2019年5月30日(木)

[J] 口頭発表 | セッション記号 U (ユニオン)：ユニオン

9:00 ~ 10:30 | 国際会議室 2F

[U-06] 100周年を迎えるIUGGへの日本の貢献

コンビーナ:中田 節也(研究開発法人 防災科学技術研究所)、佐竹 健治(東京大学地震研究所)、東 久美子(国立極地研究所)、座長:東 久美子(国立極地研究所)、中田 節也(防災科研)

9:00 ~ 9:20

[U06-01] **Centennial of the International Cooperation in Earth and Space Sciences**

★Invited Papers

*Alik Ismail-Zadeh[1,2,3] (1.Karlsruhe Institute of Technology、2.International Union of Geodesy and Geophysics、3.International Science Council)

9:20 ~ 9:40

[U06-02] IUGGと日本：過去、現在とこれからの方向

★招待講演

*河野 長[1] (1.東京工業大学)

9:40 ~ 9:55

[U06-03] 地球惑星科学分野の国際連携活動への日本学術会議の貢献

*中村 尚[1] (1.東京大学先端科学技術研究センター)

9:55 ~ 10:15

[U06-04] History and Japanese contribution to the International Association of Cryospheric Sciences IACS

★Invited Papers

*Ralf Greve[1] (1.Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University)

10:15 ~ 10:30

[U06-05] **IAGへの日本の貢献**

*福田 洋一[1] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地球物理学教室)

[J] 口頭発表 | セッション記号 U (ユニオン)：ユニオン

10:45 ~ 12:15 | 国際会議室 2F

[U-06] 100周年を迎えるIUGGへの日本の貢献

コンビーナ:中田 節也(研究開発法人 防災科学技術研究所)、佐竹 健治(東京大学地震研究所)、東 久美子(国立極地研究所)、座長:東 久美子(国立極地研究所)、佐竹 健治(東京大学地震研究所)

10:45 ~ 11:00

[U06-06] 国際会議飽和時代のIAGA活動

*家森 俊彦[1] (1.京都大学)

11:00 ~ 11:15

[U06-07] 水分野における教育研究・社会的要請に果たすIAHSの役割と将来展望

*辻村 真貴[1] (1.筑波大学生命環境系)

11:15 ~ 11:30

[U06-08] 大気科学の100年：その成果と今後の課題

*中島 映至[1] (1.宇宙航空研究開発機構)

11:30 ~ 11:45

[U06-09] IAPSOへのわが国の貢献

*升本 順夫[1] (1.東京大学大学院理学系研究科)

11:45 ~ 12:00

[U06-10] IASPEIの活動と歴史ならびに日本の貢献

*佐竹 健治[1]、Lay Thorne[2]、Schweitzer Johannes[3] (1.東京大学地震研究所、2.IASPEI会長、3.IASPEI事務局長)

12:00 ~ 12:15

[U06-11] 日本におけるIAVCEIの最近の歴史、および、IUGGとIAVCEIに対する若手研究者の反応

*中田 節也[1] (1.研究開発法人 防災科学技術研究所)

[J] 口頭発表 | セッション記号 U (ユニオン)：ユニオン

13:45 ~ 15:15 | 101 1F

[U-08] 日本地球惑星科学連合の将来に向けた大会参加者からの意見と提言

コンビーナ:浜野 洋三(神戸大学海洋底探査センター)、田近 英一(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、和田 浩二(千葉工業大学惑星探査研究センター)、隅田 育郎(金沢大学 理工研究域　地球社会基盤学系)、座長:和田 浩二(千葉工業大学惑星探査研究センター)、隅田 育郎

13:51 ~ 14:03

[U08-01] 日本学術会議地球惑星科学委員会からJpGUへの要望・提案

*藤井 良一[1] (1.情報•システム研究機構)

14:03 ~ 14:15

[U08-02] 日本地球惑星科学連合における地理学の位置づけと将来展望

*小口 高[1]、山田 育穂[2]、早川 裕弋[3]、河本 大地[4]、齋藤 仁[5] (1.東京大学空間情報科学研究センター、2.中央大学理工学部、3.北海道大学大学院地球環境科学研究院、4.奈良教育大学、5.関東学院大学経済学部)

14:15 ~ 14:27

[U08-03] インターフェースとしての地球生命科学

*掛川 武[1] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻)

14:27 ~ 14:39

[U08-04] JpGUのカバーすべき領域

*高橋 幸弘[1] (1.北海道大学・大学院理学院・宇宙理学専攻)

14:39 ~ 14:51

[U08-05] ちょっと英語やり過ぎ違いますか？

*林 祥介[1] (1.神戸大学・大学院理学研究科 惑星学専攻/惑星科学研究センター（CPS）)

14:51 ~ 15:03

[U08-06] 日本地球惑星科学連合の国際化について

*小田 啓邦[1] (1.産業技術総合研究所地質情報研究部門)

15:03 ~ 15:15

[U08-07] 日本地震学会のJpGUの運営に関するアンケート結果をふまえた提言

*山岡 耕春[1] (1.名古屋大学環境学研究科附属地震火山研究センター)

[J] 口頭発表 | セッション記号 U (ユニオン)：ユニオン

15:30 ~ 17:00 | 101 1F

[U-08] 日本地球惑星科学連合の将来に向けた大会参加者からの意見と提言

コンビーナ:浜野 洋三(神戸大学海洋底探査センター)、田近 英一(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、和田 浩二(千葉工業大学惑星探査研究センター)、隅田 育郎(金沢大学 理工研究域　地球社会基盤学系)、座長:和田 浩二(千葉工業大学惑星探査研究センター)、隅田 育郎

15:30 ~ 15:42

[U08-08] 日本地球惑星科学連合の将来に向けた意見と提言：地球電磁気・地球惑星圏学会から

大村 善治[2]、渡部 重十[3]、*加藤 雄人[1]、津川 卓也[4]、大塚 雄一[5]、SGEPSS 運営委員会 (1.東北大学大学院理学研究科、2.京都大学生存圏研究所、3.北海道情報大学、4.情報通信研究機構、5.名古屋大学　宇宙地球環境研究所)

15:42 ~ 15:54

[U08-09] 地球惑星科学と情報科学との連携　〜学際領域における共存共栄の試み〜

*出村 裕英[1] (1.公立大学法人会津大学)

15:54 ~ 16:06

[U08-10] 惑星科学分野の若手研究者からの意見

*鎌田 俊一[1]、濱野 景子[2]、村上 豪[3]、兵頭 龍樹[2]、仲内 悠祐[3] (1.北海道大学、2.東京工業大学、3.JAXA/ISAS)

16:06 ~ 16:18

[U08-11] 日本地球惑星科学連合は，個々の関連学協会の目線に立った運営を行い適切に説明責任を果たせ．

*小泉 尚嗣[1] (1.滋賀県立大学環境科学部)

16:18 ~ 16:30

[U08-12] 地球惑星科学総合所属１代議員からの意見：国内向け活動・事業強化を

*熊谷 英憲[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

16:30 ~ 16:42

[U08-13] Japan Geoscience Letters (JGL) の15年とこれから

*橘 省吾[1]、田近 英一[2] (1.東京大学大学院理学系研究科宇宙惑星科学機構、2.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)

[J] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-PS 惑星科学

9:00 ~ 10:30 | 103 1F

[P-PS08] 月の科学と探査

コンビーナ:長岡 央(宇宙航空研究開発機構)、鹿山 雅裕(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、西野 真木(宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)、諸田 智克(名古屋大学大学院環境学研究科)、座長:田中 智、西野 真木(名古屋大学宇宙地球環境研究所)

9:00 ~ 9:15

[PPS08-01] Observing simulations of impact-induced moonquakes combined with the lunar impact flash observation data for future lunar seismic explorations

*小野寺 圭祐[1,2]、川村 太一[3]、田中 智[2]、石原 吉明[4]、前田 拓人[5]、柳澤 正久[6]、内田 有紀[6]、阿部 新助[7]、山田 竜平[8]、岡本 尚也[2] (1.総合研究大学院大学、2.JAXA宇宙科学研究所、3.パリ地球物理研究所、4.国立環境研究所、5.弘前大学、6.電気通信大学、7.日本大学、8.会津大学)

9:15 ~ 9:30

[PPS08-02] New Results from Restored Apollo Magnetic Field Records

*Peter J Chi[1] (1.University of California Los Angeles)

9:30 ~ 9:45

[PPS08-03] かぐや搭載スペクトロプロファイラ（SP）による高緯度領域データの解析：水氷の存在可能性の調査

經田 原弘[3]、*田中 智[1]、大竹 真紀子[1]、長岡 央[2]、仲内 悠祐[2]、小野寺 圭祐[4] (1.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所固体惑星科学研究系、2.宇宙航空研究開発機構、3.東京大学複雑理工、4.総合研究大学院大学)

9:45 ~ 10:00

[PPS08-04] **Detection of Dark Regions on the Lunar Surface with Shadow Masked Multiband Imager Data**

*伊東 里保[1]、井上 博夏[2]、大竹 真紀子[2]、大嶽 久志[2]、中村 良介[1] (1.産業技術総合研究所、2.宇宙航空研究開発機構)

10:00 ~ 10:15

[PPS08-05] GRAIL重力場データを用いた月大型盆地下のモホ面深さの推定

*西山 学[1]、並木 則行[2] (1.東京大学 理学系研究科 地球惑星科学専攻、2.国立天文台 RISE月惑星探査検討室)

10:15 ~ 10:30

[PPS08-06] Ejecta Thickness Distribution of Lunar Schrödinger Basin

*路媛 徐[1]、謝 明剛[1] (1.マカオ科学技術大学)

[J] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-PS 惑星科学

10:45 ~ 12:15 | 103 1F

[P-PS08] 月の科学と探査

コンビーナ:長岡 央(宇宙航空研究開発機構)、鹿山 雅裕(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、西野 真木(宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)、諸田 智克(名古屋大学大学院環境学研究科)、座長:橋爪 光、長岡 央

10:45 ~ 11:00

[PPS08-07] 全球海洋モデルの潮汐応答に基づく月軌道進化の定量的検討

*元山 舞[1]、綱川 秀夫[1]、高橋 太[2] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系、2.九州大学理学研究院地球惑星科学部門)

11:00 ~ 11:15

[PPS08-08] Geochemical and Petrological Investigations of Lunar Feldspathic Crust by Lunar Sample Studies and Remote Sensing Data

*長岡 央[1]、唐牛 譲[1]、大竹 真紀子[1] (1.宇宙航空研究開発機構)

11:15 ~ 11:30

[PPS08-09] 月模擬土壌への微量着氷実験装置の開発と近赤外スペクトル観測

*荻島 葵[1]、佐伯 和人[1] (1.大阪大学理学研究科宇宙地球科学専攻)

11:30 ~ 11:45

[PPS08-10] 月面揮発性物質学 - これまでと、これから

*橋爪 光[1] (1.茨城大学理学部)

11:45 ~ 12:00

[PPS08-11] 月極域探査ミッションの推進に向けた科学的アプローチ

*鹿山 雅裕[1]、橋爪 光[2]、長岡 央[3]、佐伯 和人[4]、山中 千博[4]、晴山 慎[5]、大竹 真紀子[3] (1.東北大学、2.茨城大学、3.宇宙航空研究開発機構、4.大阪大学、5.聖マリアンナ医科大学)

12:00 ~ 12:15

[PPS08-12] FDTD電磁界シミュレーションに基づくUHF帯GPRによる月表層の氷検出可能性の検討

*熊本 篤志[1]、宮本 英昭[2]、西堀 俊幸[3]、新原 隆史[2]、土屋 史紀[1]、石山 謙[3] (1.東北大学大学院理学研究科、2.東京大学、3.宇宙航空研究開発機構)

[J] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-PS 惑星科学

13:45 ~ 15:15 | 103 1F

[P-PS08] 月の科学と探査

コンビーナ:長岡 央(宇宙航空研究開発機構)、鹿山 雅裕(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、西野 真木(宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)、諸田 智克(名古屋大学大学院環境学研究科)、座長:鹿山 雅裕(東北大学)、仲内 悠祐(JAXA/ISAS)

13:45 ~ 14:00

[PPS08-13] **Geology of the SLIM landing site on the Moon**

★Invited Papers

*Makiko Ohtake[1]、Kazuto Saiki[2]、Yusuke Nakauchi[1]、Hiroaki Shiraishi[1]、Yoshiaki Ishihara[3]、Hiroyuki Sato[1]、Chikatoshi Honda[4] (1.Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency、2.Osaka University、3.National Institute for Environmental Studies、4.University of Aizu)

14:00 ~ 14:15

[PPS08-14] SLIM搭載マルチバンドカメラ観測シナリオ

*佐伯 和人[1]、五十嵐 優也[1]、仲内 悠祐[2]、本田 親寿[3]、大竹 真紀子[2]、白石 浩章[2]、佐藤 広幸[2]、石原 吉明[4]、前田 孝雄[5]、山中 千博[1] (1.大阪大学、2.宇宙航空研究開発機構、3.会津大学、4.国立環境研究所、5.中央大学)

14:15 ~ 14:30

[PPS08-15] **Current status of a Japanese lunar polar exploration mission**

*星野 健[1]、大竹 真紀子[1]、唐牛 譲[1]、白石 浩章[1] (1.国立研究開発法人　宇宙航空研究開発機構)

14:30 ~ 14:45

[PPS08-16] HERACLES mission: Returning to the Moon by an ESA-JAXA-CSA Joint Study

*唐牛 譲[1]、長岡 央[1]、石原 吉明[2]、鹿山 雅裕[3]、山本 聡[4]、長谷部 信行[5]、橋爪 光[6]、小川 佳子[7]、矢田 達[1]、春山 純一[1]、安部 正真[1]、大竹 真紀子[1]、HERACLES サイエンスワーキンググループ、HERACLES 国際科学定義チーム (1.宇宙航空研究開発機構、2.国立環境研究所、3.東北大学大学院理学研究科、4.宇宙システム開発利用推進機構、5.早稲田大学理工学研究所、6.茨城大学理学部、7.会津大学)

14:45 ~ 15:00

[PPS08-17] **Lunar Science for Landed Missions – High-Priority Landing Sites Visualized with NASA's Moon Trek**

*Brian Hamilton Day[1]、Emily Law[2] (1.NASA Solar System Exploration Research Virtual Institute, NASA Ames Research Center、2.NASA Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology)

15:00 ~ 15:15

[PPS08-18] NASA SSERVI: Merging Science and Human Exploration

*Brad Eugene Bailey[1]、Kristina Gibbs[1]、Gregory Schmidt[1] (1.NASA)

[J] ポスター発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-PS 惑星科学

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_1

[P-PS08] 月の科学と探査

コンビーナ:長岡 央(宇宙航空研究開発機構)、鹿山 雅裕(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、西野 真木(宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)、諸田 智克(名古屋大学大学院環境学研究科)

[PPS08-P01] 月の表面地形から推定する縦孔下の溶岩チューブ洞窟の空洞高さ

*本多 力[1] (1.火山洞窟学会)

[PPS08-P02] 衝突盆地のリング構造を用いた月初期のマグマ活動の痕跡調査

*池田 あやめ[1]、諸田 智克[2]、長岡 央[3] (1.名古屋大学理学部地球惑星科学科、2.名古屋大学大学院環境学研究科、3.宇宙航空研究開発機構)

[PPS08-P03] かぐや搭載マルチバンドイメージャによる月Crisium盆地及びMoscoviense盆地周辺の主要鉱物分布

我妻 雄史[1]、*平田 成[1]、山本 聡[2]、大竹 真紀子[3] (1.会津大学　コンピュータ理工学部、2.宇宙システム開発利用推進機構、3.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究本部 固体惑星科学研究系)

[PPS08-P04] 深層学習を用いた月スワール探索

*岩渕 祐里佳[1]、小川 佳子[1] (1.会津大学)

[PPS08-P05] 合成データを用いた深層学習による月面特徴の復元

*水流 晃一[1]、神山 徹[1]、中村 良介[1] (1.国立研究開発法人産業技術総合研究所)

[PPS08-P06] Evaluation of the influence of alkali elements on hydrogen solubility of clinopyroxene for estimating water content of lunar mantle

*村主 樹[1]、鈴木 昭夫[1]、鹿山 雅裕[1]、宮本 毅[2] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻、2.東北大学東北アジア研究センター)

[PPS08-P07] Preliminary examination of mineral structure effect on relative permittivity

*小林 真輝人[1]、新原 隆史[2]、宮本 英昭[2,1] (1.東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、2.東京大学工学系研究科システム創成学専攻)

[PPS08-P08] 電子反射法を用いた太陽風中での月面磁場強度推定

*川口 友暉[1]、原田 裕己[1]、斎藤 義文[2]、横田 勝一郎[3]、西野 真木[4]、臼井 英之[5]、三宅 洋平[6]、綱川 秀夫[7]、加藤 大羽[8] (1.京都大学理学研究科、2.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、3.大阪大学・理学研究科、4.名古屋大学宇宙地球環境研究所、5.神戸大学 大学院　システム情報学研究科、6.神戸大学計算科学教育センター、7.東京工業大学理学院地球惑星科学系、8.東京大学大学院理学系研究科)

[PPS08-P09] Objective and Current Development Status of Multi-Band Camera on SLIM

*仲内 悠祐[1]、佐伯 和人[2]、大竹 真紀子[1]、白石 浩章[1]、本田 親寿[3]、佐藤 広幸[1]、石原 吉明[4]、前田 孝雄[5]、大槻 真嗣[1]、坂井 真一郎[1]、澤井 秀次郎[1]、SLIM Project Team (1.宇宙航空研究開発機構、2.大阪大学、3.会津大学、4.国立環境研究所、5.中央大学)

[PPS08-P10] Monte Carlo simulation of neutron production and transport in the Moon: Effect of lunar subsurface water

*草野 広樹[1]、唐牛 譲[1]、長岡 央[1]、山下 直之[2]、晴山 慎[3] (1.宇宙航空研究開発機構、2.Planetary Science Institute、3.聖マリアンナ医科大学)

[PPS08-P11] **Exploration of ice deposits on the Moon using continuous seismic source system**

*永田 雄一郎[1]、辻 健[1,2]、宮本 英昭[9]、川村 太一[3]、新谷 昌人[4]、石原 吉明[5]、小川 和律[6]、小林 泰三[7]、唐牛 譲[8]、田中 智[10] (1.九州大学大学院工学府地球資源システム工学専攻、2.九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所、3.パリ地球物理研究所、4.東京大学地震研究所、5.国立研究開発法人 国立環境研究所、6.神戸大学、7.立命館大学、8.宇宙航空研究開発機構、9.東京大学、10.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所固体惑星科学研究系)

[PPS08-P12] Orbit determination of the Chang'E-5 Test 1 and a new gravity field model

*shanhong liu[1]、Jianguo Yan[1] (1.Wuhan University)

[J] ポスター発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-PS 惑星科学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_1

[P-PS08] 月の科学と探査

コンビーナ:長岡 央(宇宙航空研究開発機構)、鹿山 雅裕(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、西野 真木(宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)、諸田 智克(名古屋大学大学院環境学研究科)

[PPS08-P01] 月の表面地形から推定する縦孔下の溶岩チューブ洞窟の空洞高さ

*本多 力[1] (1.火山洞窟学会)

[PPS08-P02] 衝突盆地のリング構造を用いた月初期のマグマ活動の痕跡調査

*池田 あやめ[1]、諸田 智克[2]、長岡 央[3] (1.名古屋大学理学部地球惑星科学科、2.名古屋大学大学院環境学研究科、3.宇宙航空研究開発機構)

[PPS08-P03] かぐや搭載マルチバンドイメージャによる月Crisium盆地及びMoscoviense盆地周辺の主要鉱物分布

我妻 雄史[1]、*平田 成[1]、山本 聡[2]、大竹 真紀子[3] (1.会津大学　コンピュータ理工学部、2.宇宙システム開発利用推進機構、3.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究本部 固体惑星科学研究系)

[PPS08-P04] 深層学習を用いた月スワール探索

*岩渕 祐里佳[1]、小川 佳子[1] (1.会津大学)

[PPS08-P05] 合成データを用いた深層学習による月面特徴の復元

*水流 晃一[1]、神山 徹[1]、中村 良介[1] (1.国立研究開発法人産業技術総合研究所)

[PPS08-P06] Evaluation of the influence of alkali elements on hydrogen solubility of clinopyroxene for estimating water content of lunar mantle

*村主 樹[1]、鈴木 昭夫[1]、鹿山 雅裕[1]、宮本 毅[2] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻、2.東北大学東北アジア研究センター)

[PPS08-P07] Preliminary examination of mineral structure effect on relative permittivity

*小林 真輝人[1]、新原 隆史[2]、宮本 英昭[2,1] (1.東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、2.東京大学工学系研究科システム創成学専攻)

[PPS08-P08] 電子反射法を用いた太陽風中での月面磁場強度推定

*川口 友暉[1]、原田 裕己[1]、斎藤 義文[2]、横田 勝一郎[3]、西野 真木[4]、臼井 英之[5]、三宅 洋平[6]、綱川 秀夫[7]、加藤 大羽[8] (1.京都大学理学研究科、2.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、3.大阪大学・理学研究科、4.名古屋大学宇宙地球環境研究所、5.神戸大学 大学院　システム情報学研究科、6.神戸大学計算科学教育センター、7.東京工業大学理学院地球惑星科学系、8.東京大学大学院理学系研究科)

[PPS08-P09] Objective and Current Development Status of Multi-Band Camera on SLIM

*仲内 悠祐[1]、佐伯 和人[2]、大竹 真紀子[1]、白石 浩章[1]、本田 親寿[3]、佐藤 広幸[1]、石原 吉明[4]、前田 孝雄[5]、大槻 真嗣[1]、坂井 真一郎[1]、澤井 秀次郎[1]、SLIM Project Team (1.宇宙航空研究開発機構、2.大阪大学、3.会津大学、4.国立環境研究所、5.中央大学)

[PPS08-P10] Monte Carlo simulation of neutron production and transport in the Moon: Effect of lunar subsurface water

*草野 広樹[1]、唐牛 譲[1]、長岡 央[1]、山下 直之[2]、晴山 慎[3] (1.宇宙航空研究開発機構、2.Planetary Science Institute、3.聖マリアンナ医科大学)

[PPS08-P11] **Exploration of ice deposits on the Moon using continuous seismic source system**

*永田 雄一郎[1]、辻 健[1,2]、宮本 英昭[9]、川村 太一[3]、新谷 昌人[4]、石原 吉明[5]、小川 和律[6]、小林 泰三[7]、唐牛 譲[8]、田中 智[10] (1.九州大学大学院工学府地球資源システム工学専攻、2.九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所、3.パリ地球物理研究所、4.東京大学地震研究所、5.国立研究開発法人 国立環境研究所、6.神戸大学、7.立命館大学、8.宇宙航空研究開発機構、9.東京大学、10.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所固体惑星科学研究系)

[PPS08-P12] Orbit determination of the Chang'E-5 Test 1 and a new gravity field model

*shanhong liu[1]、Jianguo Yan[1] (1.Wuhan University)

[E] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

9:00 ~ 10:30 | A03 東京ベイ幕張ホール

[P-EM09] Vertical coupling in the atmosphere and Ionosphere

コンビーナ:Liu Huixin(九州大学理学研究院地球惑星科学専攻 九州大学宙空環境研究センター)、Chang Loren(Institute of Space Science, National Central University)、大塚 雄一(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、座長:Huixin Liu(Kyushu University, Japan)、Stan Solomon(National Center for Atmospheric Research, US)

9:00 ~ 9:20

[PEM09-11] Assimilation products of thermospheric and ionospheric measurements by the NASA Ionopsheric Connection Explorer

★Invited Papers

*Thomas J Immel[1]、Chihoko Cullens[1]、Yen-Jung Wu[1]、Gary Bust[2]、Jeffrey Forbes[3]、Scott L England[4] (1.University of California, Berkeley、2.Johns Hopkins University、3.University of Colorado、4.Virginia Tech)

9:20 ~ 9:35

[PEM09-12] petitSat - A 6U CubeSat to examine the link between MSTIDS and ionospheric plasma density enhancements

*Jeffrey Klenzing[1]、Ryan L Davidson[2]、Gregory D Earle[3]、Alexa J Halford[4]、Sarah L Jones[1]、Carlos Martinis[5]、Nikolaos Paschalidis[1]、Robert F Pfaff[1]、Jonathon M Smith[1,6] (1.NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD, USA、2.Utah State University, Logan, UT, USA、3.Virginia Tech, Blacksburg, VA, USA、4.The Aerospace Corporation, Chantilly, VA, USA、5.Boston University, Boston, MA, USA、6.Catholic Universtiy of America, Washington, DC, USA)

9:35 ~ 9:55

[PEM09-13] A three-dimensional ionospheric electrodynamics model

★Invited Papers

*Astrid I Maute[1]、Arthur D Richmond[1] (1.High Altitude Observatory, National Center for Atmospheric Research, Boulder CO, USA.)

9:55 ~ 10:10

[PEM09-14] **Spatial Fluctuation of TEC Index: A new index of ionospheric irregularities**

*馬 冠一[1]、丸山 隆[2] (1.中国科学院国家天文台、2.国立研究開発法人情報通信研究機構)

10:10 ~ 10:25

[PEM09-15] Coupling of lower thermosphere planetary wave energy into the ionosphere

*Patrick J Espy[1,2]、Nora Stray[1,2,3]、Robert Hibbins[1,2] (1.Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway、2.Birkeland Centre for Space Science, Bergen, Norway、3.Teknova AS, Tordenskjolds Gate 9, 4612 Kristiansand, Norway)

[E] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

10:45 ~ 12:15 | A03 東京ベイ幕張ホール

[P-EM09] Vertical coupling in the atmosphere and Ionosphere

コンビーナ:Liu Huixin(九州大学理学研究院地球惑星科学専攻 九州大学宙空環境研究センター)、Chang Loren(Institute of Space Science, National Central University)、大塚 雄一(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、座長:Jann-Yenq Liu(National Central University, Taiwan)、Loren Chang(National Central University, Taiwan)

10:45 ~ 11:00

[PEM09-16] Modulation of Lightning Occurrence by the Solar Wind

*Omar Angelo Nava[1]、Daniel Emmons[1]、Robert Loper[1] (1.Air Force Institute of Technology)

11:00 ~ 11:15

[PEM09-17] Long Term Mesopause Temperature Variations resolved by SD-WACCM, MSISE-00,TIMED SABER and Local Observations in Irkutsk (52.29o, 104.29o), Russia

*Yi Chung Chiu[1]、Loren Chang[1]、Yi Duann[1]、ALEXEI DMITRIEV[1]、Irina Medvedeva[2]、Konstantin Ratovsky[2]、Jia Yue[3] (1.Institute of Space Science, National Central University、2.Russian Academy of Sciences, Russian Federation、3.Hampton University, USA)

11:15 ~ 11:30

[PEM09-18] ISS-IMAP observation of the mesospheric disturbances generated by tropical cyclones

*齊藤 昭則[1]、坂野井 健[2]、Perwitasari Septi[4]、穂積 裕太[3]、岡田 凌太[1]、村上 涼[1] (1.京都大学大学院理学研究科地球物理学教室、2.東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター、3.電気通信大学、4.国立極地研究所宙空圏グループ)

11:30 ~ 11:45

[PEM09-19] A fast acoustic wave detected in GNSS total electron content after the foreshock of the 2011 Tohoku Earthquake

*柿並 義宏[1]、齊藤 大晶[2]、山本 哲生[3]、陳 佳宏[4]、山本 真行[2]、中島 健介[5]、劉 正彦[6] (1.北海道情報大学、2.高知工科大学、3.北海道大学、4.台湾国立成功大学、5.九州大学、6.台湾国立中央大学)

11:45 ~ 12:00

[PEM09-20] **Study of quiet-time high-latitude thermospheric winds using a Fabry-Perot interferometer at Tromsoe: Averages and exceptional events**

*徐 何秋岑[1]、塩川 和夫[1]、大山 伸一郎[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

12:00 ~ 12:15

[PEM09-21] **The longitudinal differences of lunar tidal characteristics between East Asian and American sectors during stratospheric sudden warming events: 2009-2018.**

*Jing Liu[1]、Donghe Zhang[1] (1.Peking University)

[E] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

9:00 ~ 10:30 | A04 東京ベイ幕張ホール

[P-EM11] Dynamics of Magnetosphere and Ionosphere

コンビーナ:中溝 葵(情報通信研究機構　電磁波研究所)、尾崎 光紀(金沢大学理工研究域電子情報学系)、藤本 晶子(九州工業大学)、堀 智昭(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、座長:中野 慎也(情報・システム研究機構 統計数理研究所)、野和田 基晴(山東大学)

9:00 ~ 9:15

[PEM11-07] **Nightside Distorted Transpolar Arcs and Their Possible Formation Process Model**

*野和田 基晴[1]、　俊[1]、ヒューベルト ベノワ[2]、宗 秋 [3]、史 全岐[1]、王 永福[3]、周 煦之[3]、　宇[3] (1.山東大学 威海校 空間科学与物理学学院 空間科学研究院 空間天気物理与探計測研究中心 、2.リージュ大学 宇宙科学技術天文研究所、3.北京大学 地球与空間科学学院 空間物理与応用技術研究所)

9:15 ~ 9:30

[PEM11-08] Ionospheric Conductivity Dependence of the Subauroral Polarization Streams Observed by the SuperDARN HF Radars

張 玉テイ[1]、*西谷 望[1]、堀 智昭[1]、Simon Shepherd[2]、William Bristow[3] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.ダートマス大学、3.アラスカ大学フェアバンクス校)

9:30 ~ 9:45

[PEM11-09] Ionospheric convection modeling based on convolution with a localized vector-valued basis function

*中野 慎也[1]、堀 智昭[2]、関 華奈子[3]、西谷 望[2] (1.統計数理研究所、2.名古屋大学宇宙地球環境研究所、3.東京大学大学院理学系研究科)

9:45 ~ 10:00

[PEM11-10] **Occurrence Statistics and Driving Mechanisms of Ionospheric ULF Waves Observed by SuperDARN Radars**

★Invited Papers

*Xueling Shi[1]、Joseph B. H. Baker[1]、John Michael Ruohoniemi[1]、Dong Lin[1]、Michael Hartinger[1,2] (1.Virginia Tech、2.Space Science Institute)

10:00 ~ 10:15

[PEM11-11] Magnetic Field Oscillations Observed by Swarm Satellites in the Nightside Upper Ionosphere During Low-latitude Pi2 Pulsations

*Khan-Hyuk Kim[1]、Jae-Hee Park[1] (1.School of Space Research, Kyung Hee Univ.)

10:15 ~ 10:30

[PEM11-12] Magnetospheric Multiscale observations of ULF waves and correlated low-energy ion monoenergetic acceleration

*Bin Li[1]、De-sheng Han[2]、Ze-jun Hu[1]、Jian-jun Liu[1]、Lei Dai[3] (1.Polar Research Institute of China、2.Tongji University、3.National Space Science Center, Chinese Academy of Sciences)

[E] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

10:45 ~ 12:15 | A04 東京ベイ幕張ホール

[P-EM11] Dynamics of Magnetosphere and Ionosphere

コンビーナ:中溝 葵(情報通信研究機構　電磁波研究所)、尾崎 光紀(金沢大学理工研究域電子情報学系)、藤本 晶子(九州工業大学)、堀 智昭(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、座長:桂華 邦裕(東京大学大学院理学系研究科)、中野 慎也(情報・システム研究機構 統計数理研究所)、野和田 基晴(山東大学)

10:45 ~ 11:00

[PEM11-13] Statistical study on warm plasma in the magnetotail based on two-component fits of distribution functions

*桂華 邦裕[1]、浅見 隆太[1]、星野 真弘[1] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)

11:00 ~ 11:15

[PEM11-14] Analysis on anisotropy variations for pitch angle distributions of electrons with various parameters at dipolarization sites in the inner plasma sheet

*Kaiti Wang[1]、Zhuo-Ren Lang[2]、Ching-Huei Lin[3]、Tohru Hada[4]、Toshi Nishimura[5] (1.Tamkang Univ.、2.National Cheng Kung Univ.、3.Chien-Hsin Univ. of Sci. & Tech.、4.Kyushu Univ.、5.Boston Univ.)

11:15 ~ 11:30

[PEM11-15] Study of slow-mode shock formation in the symmetric magnetic reconnection based on hybrid simulations

*Nehpreet Kaur Walia[1]、Kanako Seki[1]、Takanobu Amano[1] (1. Department of Earth & Planetary Science, Graduate School of Science, University of Tokyo)

11:30 ~ 11:45

[PEM11-16] Reconstruction of the electron diffusion region of magnetotail reconnection seen by the Magnetospheric Multiscale spacecraft

*長谷川 洋[1]、Richard Denton[2]、中村 るみ[3]、Kevin Genestreti[4]、中村 琢磨[3]、Joo Hwang[5]、Tai Phan[6]、Roy Torbert[4]、Jim Burch[5]、Barbara Giles[7]、Dan Gershman[7]、Chris Russell[8]、Bob Strangeway[8]、Per-Arne Lindqvist[9]、Yuri Khotyaintsev[10]、Robert Ergun[11]、北村 成寿[12]、斎藤 義文[1] (1.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、2.ダートマス大学、3.オーストリア宇宙科学研究所、4.ニューハンプシャー大学、5.サウスウェスト研究所、6.カリフォルニア大学バークレー校、7.NASAゴダード宇宙飛行センター、8.カリフォルニア大学ロサンゼルス校、9.スウェーデン王立工科大学、10.スウェーデン宇宙物理学研究所、11.コロラド大学、12.東京大学地球惑星科学専攻)

11:45 ~ 12:00

[PEM11-17] **MMS observations of the dense high speed flow in the magnetotail**

*Mingyu Wu[1]、Tielong Zhang[1] (1.Harbin Insitute of Technology, Shenzhen)

12:00 ~ 12:15

[PEM11-18] The spatio-temporal development of lightning-induced electron precipitation events

★Invited Papers

*Robert C Moore[1]、Dooyoung Kim[1] (1.University of Florida)

[E] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

13:45 ~ 15:15 | A04 東京ベイ幕張ホール

[P-EM11] Dynamics of Magnetosphere and Ionosphere

コンビーナ:中溝 葵(情報通信研究機構　電磁波研究所)、尾崎 光紀(金沢大学理工研究域電子情報学系)、藤本 晶子(九州工業大学)、堀 智昭(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、座長:北村 成寿(東京大学大学院理学系研究科)、佐藤 由佳(日本工業大学)

13:45 ~ 14:00

[PEM11-19] サブストーム時におけるエネルギーの流れ、ダイナモ、沿磁力線電流

*海老原 祐輔[1]、田中 高史[2] (1.京都大学生存圏研究所、2.九州大学)

14:00 ~ 14:15

[PEM11-20] **Electron flux and field-aligned current associated with Pc5 auroral arc pulsations observed onboard THEMIS and DMSP satellites**

*佐藤 夏雄[1]、行松 彰[1,2]、田中 良昌[1,2]、堀 智昭[3]、門倉 昭[1,2]、櫻井 亨[4]、Desheng Han[5]、Yuzhang Ma[6]、Qinghe Zhang[6] (1.国立極地研究所、2.総研大、3.名古屋大学、4.東海大学、5.同済大学、6.山東大学)

14:15 ~ 14:30

[PEM11-21] Multiple spots of enhanced electron precipitation near the equatorward boundary of the cusp

*田口 聡[1]、小瀬 智史[1]、高須 浩平[1]、田中 杜雄[1]、細川 敬祐[2]、小川 泰信[3] (1.京都大学理学研究科地球惑星科学専攻地球物理学教室、2.電気通信大学情報理工学研究科、3.国立極地研究所)

14:30 ~ 14:45

[PEM11-22] Statistical study of auroral/resonant-scattering 427.8-nm emission observed at subauroral latitudes over 14 years

*塩川 和夫[1]、大塚 雄一[1]、Martin Connors[2] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.アサバスカ大学)

14:45 ~ 15:00

[PEM11-23] 無人システムを利用したオーロラ現象の南極広域ネットワーク観測：共役点イベント解析（２）

*門倉 昭[1]、山岸 久雄[1]、岡田 雅樹[1]、小川 泰信[1]、田中 良昌[1]、片岡 龍峰[1]、内田 ヘルベルト陽仁[1]、大塚 雄一[2] (1.国立極地研究所、2.名古屋大学)

15:00 ~ 15:15

[PEM11-24] **Dawn-Dusk Asymmetry in Dayside and Nightside auroral Ovals: Surveys of auroral emissions based on the all-sky imagers in Arctic and Antarctic**

★Invited Papers

*Zejun Hu[1] (1.Polar Research Institute of China)

[E] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

15:30 ~ 17:00 | A04 東京ベイ幕張ホール

[P-EM11] Dynamics of Magnetosphere and Ionosphere

コンビーナ:中溝 葵(情報通信研究機構　電磁波研究所)、尾崎 光紀(金沢大学理工研究域電子情報学系)、藤本 晶子(九州工業大学)、堀 智昭(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、座長:北村 成寿(東京大学大学院理学系研究科)、佐藤 由佳(日本工業大学)、西野 真木(名古屋大学宇宙地球環境研究所)

15:30 ~ 15:45

[PEM11-25] 静止軌道磁場の変化に伴う10MeVプロトンの異常増加

*小原 隆博[1] (1.東北大学　惑星プラズマ大気研究センター)

15:45 ~ 16:00

[PEM11-26] Solar-cycle variations of >30 keV proton flux enhancements under the inner radiation belt

*ALLA SUVOROVA[1] (1.National Central University)

16:00 ~ 16:15

[PEM11-27] Auroral Imaging with Commercial DSLR Cameras near Athabasca, Canada

*Martin G Connors[1,2]、Ian Schofield[1]、Mike Noble[2]、Alister Ling[2]、Ryuho Kataoka[3]、Ken Murata[4]、Kazunori Yamamoto[4] (1.Athabasca University、2.Edmonton Centre, Royal Astronomical Society of Canada、3.National Institute for Polar Research、4.National Institute for Communications Technology)

16:15 ~ 16:30

[PEM11-28] PARM: Investigation of precipitating high-energy electrons into the auroral ionosphere with sounding rockets

*浅村 和史[1]、三好 由純[2]、細川 敬祐[3]、三谷 烈史[1]、滑川 拓[1,5]、坂野井 健[4]、八木 直志[4]、吹澤 瑞貴[4]、石澤 元気[4]、笠原 慧[5]、菅生 真[5]、川島 桜也[5]、野村 麗子[6]、能勢 正仁[2]、寺本 万里子[2]、小川 泰信[7]、齊藤 慎司[2]、藤井 良一[8] (1.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、2.名古屋大学宇宙地球環境研究所、3.電気通信大学、4.東北大学、5.東京大学、6.自然科学研究機構国立天文台、7.情報・システム研究機構国立極地研究所、8.情報・システム研究機構)

16:30 ~ 16:45

[PEM11-30] Development of a miniaturized X-ray imager for GEOspace X-ray imager (GEO-X)

*石川 久美[1]、江副 祐一郎[2]、沼澤 正樹[2]、伊師 大貴[2]、藤谷 麻衣子[2]、大坪 亮太[2]、福島 碧都[2]、鈴木 光[2]、湯浅 辰哉[2]、中嶋 大[3]、平賀 純子[4]、三好 由純[5]、笠原 慧[6]、満田 和久[1] (1.宇宙航空研究開発機構/宇宙科学研究所、2.首都大学東京、3.関東学院大学、4.関西学院大学、5.名古屋大学、6.東京大学)

[E] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

9:00 ~ 10:30 | A01 東京ベイ幕張ホール

[P-EM15] 太陽地球系結合過程の研究基盤形成

コンビーナ:山本 衛(京都大学生存圏研究所)、小川 泰信(国立極地研究所)、野澤 悟徳(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、吉川 顕正(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、座長:山本 衛

9:00 ~ 9:15

[PEM15-01] Status of Equatorial MU Radar project in 2019

*山本 衛[1]、橋口 浩之[1]、横山 竜宏[1]、津田 敏隆[1] (1.京都大学生存圏研究所)

9:15 ~ 9:30

[PEM15-02] Recent Progress and Current Status of EISCAT_3D in 2018-2019

*宮岡 宏[1]、小川 泰信[1]、野澤 悟徳[2]、西村 耕司[1]、大山 伸一郎[2]、中村 卓司[1]、藤井 良一[2]、Heinselman Craig[3] (1.大学共同利用機関情報・システム研究機構国立極地研究所、2.名古屋大学宇宙地球環境研究所、3.EISCAT科学協会)

9:30 ~ 9:45

[PEM15-03] 超高層大気イメージングシステムとPWINGプロジェクトによる超高層大気・電磁気圏の地上多点観測網の現状

*塩川 和夫[1]、大塚 雄一[1]、PWING TEAM (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

9:45 ~ 10:00

[PEM15-04] Development of MAGDAS project: Search for global electromagnetic coupling from polar to equatorial ionosphere

*吉川 顕正[1]、樺澤 大生[2]、魚住 禎司[3]、藤本 晶子[4]、阿部 修司[3] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、3.九州大学国際宇宙天気科学・教育センター、4.九州工業大学大学院情報工学研究院)

10:00 ~ 10:15

[PEM15-05] 太陽地球系結合研究推進のためのIUGONETデータ解析システム

*新堀 淳樹[1]、田中 良昌[2]、梅村 宜生[1]、阿部 修司[3]、能勢 正仁[1]、上野 悟[4] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.国立極地研究所、3.九州大学 国際宇宙天気科学・教育センター、4.京都大学天文台)

10:15 ~ 10:30

[PEM15-06] 大型研究計画「太陽地球系結合過程の研究基盤形成」推進の議論（１）

*山本 衛[1] (1.京都大学生存圏研究所)

[E] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

10:45 ~ 12:15 | A01 東京ベイ幕張ホール

[P-EM15] 太陽地球系結合過程の研究基盤形成

コンビーナ:山本 衛(京都大学生存圏研究所)、小川 泰信(国立極地研究所)、野澤 悟徳(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、吉川 顕正(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、座長:野澤 悟徳

10:45 ~ 11:15

[PEM15-07] Numerical Experiments on Stratosphere-Troposphere Two-Way Dynamical Coupling in the Tropics through Organizations of Moist Convective Systems

★Invited Papers

*余田 成男[1]、Hai Bui[2]、畔野 貴弘[1] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻、2.Geophysical Institute, University of Bergen)

11:15 ~ 11:30

[PEM15-08] 赤道プラズマバブル数値シミュレーションの発展と今後

*横山 竜宏[1] (1.京都大学)

11:30 ~ 11:45

[PEM15-09] Characteristics of CME- and CIR-driven ion upflows in the polar ionosphere

*小川 泰信[1]、関 華奈子[2]、桂華 邦裕[2]、海老原 祐輔[3] (1.国立極地研究所、2.東京大学理学研究科、3.京都大学生存圏研究所)

11:45 ~ 12:00

[PEM15-10] SuperDARN Hokkaido Pair of (HOP) radars and mid-latitude SuperDARN: today and future

*西谷 望[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

12:00 ~ 12:15

[PEM15-11] 南極昭和基地大型大気レーダー（39.6°E, 69.0°S）による適応的信号処理を用いた電離圏非干渉性散乱と沿磁力線不均一の同時観測

*橋本 大志[1]、齊藤 昭則[2]、西村 耕司[3]、堤 雅基[3]、佐藤 薫[4]、佐藤 亨[1] (1.京都大学大学院情報学研究科、2.京都大学大学院理学研究科、3.国立極地研究所、4.東京大学大学院理学研究科)

[E] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

13:45 ~ 15:15 | A01 東京ベイ幕張ホール

[P-EM15] 太陽地球系結合過程の研究基盤形成

コンビーナ:山本 衛(京都大学生存圏研究所)、小川 泰信(国立極地研究所)、野澤 悟徳(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、吉川 顕正(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、座長:小川 泰信

13:45 ~ 14:00

[PEM15-12] Mini/Micro Satellite Constelaltion for the study of LAI coupling

*小山 孝一郎[1,2,3] (1.国立成功プラズマ宇宙科学研究所　台湾、2.九州大学国際宇宙天気・教育センター、3.(株）アジア宇宙環境研究コンソーシアム)

14:00 ~ 14:15

[PEM15-13] Statistical study of daily and seasonal variation of the equatorial anomaly in Asia based on satellite-ground beacon experiment

*坂本 悠記[1]、山本 衛[1]、穂積 コンニャナット[2] (1.京都大学生存圏研究所、2.国立研究開発法人 情報通信研究機構)

14:15 ~ 14:30

[PEM15-14] Latest installation of FM-CW radar in Peru

*藤本 晶子[1]、池田 昭大[2]、吉川 顕正[3] (1.九州工業大学、2.鹿児島工業高等専門学校、3.九州大学)

14:30 ~ 14:45

[PEM15-15] **Understanding the OH Meinel Band Emissions on the Terrestrial Planets**

*Konstantinos S. Kalogerakis[1] (1.Center for Geospace Studies, SRI International, Menlo Park, California, U.S.A.)

14:45 ~ 15:00

[PEM15-16] Statistical study of Sporadic Sodium Layer (SSL) observed at Tromsø

*野澤 悟徳[1]、津田 卓雄[2]、斎藤 徳人[3]、高橋 透[4]、川原 琢也[5]、小川 泰信[4]、藤原 均[6]、和田 智之[3]、小川 洋平[1]、Hall Chris[7]、Brekke Asgeir[7] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.電気通信大学情報理工学部、3.理化学研究所光量子工学研究センター、4.国立極地研究所、5.信州大学工学部、6.成蹊大学理工学部、7.UiTノルウェー北極大学)

15:00 ~ 15:15

[PEM15-17] 大型研究計画「太陽地球系結合過程の研究基盤形成」推進の議論（２）

*山本 衛[1] (1.京都大学生存圏研究所)

[E] ポスター発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_2

[P-EM15] 太陽地球系結合過程の研究基盤形成

コンビーナ:山本 衛(京都大学生存圏研究所)、小川 泰信(国立極地研究所)、野澤 悟徳(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、吉川 顕正(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

[PEM15-P01] MUレーダー外付け受信専用アンテナを用いたアダプティブクラッター抑圧システムの開発

*橋口 浩之[1]、寺田 一生[1]、山本 衛[1] (1.京都大学生存圏研究所)

[PEM15-P02] Detached cusp aurora for southward IMF

*高須 浩平[1]、田口 聡[1]、細川 敬祐[2] (1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地球物理学教室、2.電気通信大学大学院情報理工学研究科)

[PEM15-P03] Motion of the inverted-V structure during an isolated substorm

*田中 杜雄[1]、田口 聡[1]、高須 浩平[1]、大井川 智一[1]、細川 敬祐[2] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地球物理学教室、2.電気通信大学大学院情報理工学研究科)

[PEM15-P04] Observation and modeling of Na layer response to energetic particle precipitation

*津田 卓雄[1]、滝沢 響吾[1]、戸津 亮[1]、川原 琢也[2]、田中 良昌[3]、江尻 省[3]、西山 尚典[3]、中村 卓司[3] (1.電気通信大学、2.信州大学、3.国立極地研究所)

[PEM15-P05] Lidar data analysis of the sodium atoms in the thermosphere observed at Tromsoe, Norway

*川原 琢也[1]、野澤 悟徳[2]、斎藤 徳人[3]、津田 卓雄[4]、高橋 透[5]、川端 哲也[2]、西村 美紀[1]、小林 允隆[1] (1.信州大学 学術研究院工学系、2.名古屋大学 宇宙地球環境研究所、3.理化学研究所 光量子工学研究センター、4.電気通信大学、5.国立極地研究所)

[PEM15-P06] 北欧に展開された流星レーダーによる両極性拡散係数の異常増大の時間・空間分布の研究

*高橋 透[1]、堤 雅基[1,2]、小川 泰信[1,2,3]、野澤 悟徳[3]、Hall Chris[4]、宮岡 宏[1,2] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学、3.名古屋大学宇宙地球環境研究所、4.ノルウェー北極大学TGO)

[PEM15-P07] Progress of ICSWSE and MAGDAS project in recent years

*阿部 修司[1]、吉川 顕正[2,1]、魚住 禎司[1]、藤本 晶子[3] (1.九州大学 国際宇宙天気科学・教育センター、2.九州大学 大学院理学研究院 地球惑星科学部門、3.九州工業大学)

[PEM15-P08] Status of GNU Radio Beacon Receiver 2 (GRBR2) development

*山本 衛[1]、松永 真由美[2]、Tsunoda Roland[3] (1.京都大学生存圏研究所、2.東京工業大学、3.SRI International)

[PEM15-P09] Statistical comparison between plasma bubble day-to-day variability and neutral atmosphere by using GPS scintillation and GAIA model

*山本 衛[1]、河野 恵悟[1] (1.京都大学生存圏研究所)

[PEM15-P10] Redevelopment of the MU radar transceiver-module control system

*山本 衛[1]、黒川 浩規[1]、橋口 浩之[1] (1.京都大学生存圏研究所)

[E] ポスター発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_2

[P-EM15] 太陽地球系結合過程の研究基盤形成

コンビーナ:山本 衛(京都大学生存圏研究所)、小川 泰信(国立極地研究所)、野澤 悟徳(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、吉川 顕正(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

[PEM15-P01] MUレーダー外付け受信専用アンテナを用いたアダプティブクラッター抑圧システムの開発

*橋口 浩之[1]、寺田 一生[1]、山本 衛[1] (1.京都大学生存圏研究所)

[PEM15-P02] Detached cusp aurora for southward IMF

*高須 浩平[1]、田口 聡[1]、細川 敬祐[2] (1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地球物理学教室、2.電気通信大学大学院情報理工学研究科)

[PEM15-P03] Motion of the inverted-V structure during an isolated substorm

*田中 杜雄[1]、田口 聡[1]、高須 浩平[1]、大井川 智一[1]、細川 敬祐[2] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地球物理学教室、2.電気通信大学大学院情報理工学研究科)

[PEM15-P04] Observation and modeling of Na layer response to energetic particle precipitation

*津田 卓雄[1]、滝沢 響吾[1]、戸津 亮[1]、川原 琢也[2]、田中 良昌[3]、江尻 省[3]、西山 尚典[3]、中村 卓司[3] (1.電気通信大学、2.信州大学、3.国立極地研究所)

[PEM15-P05] Lidar data analysis of the sodium atoms in the thermosphere observed at Tromsoe, Norway

*川原 琢也[1]、野澤 悟徳[2]、斎藤 徳人[3]、津田 卓雄[4]、高橋 透[5]、川端 哲也[2]、西村 美紀[1]、小林 允隆[1] (1.信州大学 学術研究院工学系、2.名古屋大学 宇宙地球環境研究所、3.理化学研究所 光量子工学研究センター、4.電気通信大学、5.国立極地研究所)

[PEM15-P06] 北欧に展開された流星レーダーによる両極性拡散係数の異常増大の時間・空間分布の研究

*高橋 透[1]、堤 雅基[1,2]、小川 泰信[1,2,3]、野澤 悟徳[3]、Hall Chris[4]、宮岡 宏[1,2] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学、3.名古屋大学宇宙地球環境研究所、4.ノルウェー北極大学TGO)

[PEM15-P07] Progress of ICSWSE and MAGDAS project in recent years

*阿部 修司[1]、吉川 顕正[2,1]、魚住 禎司[1]、藤本 晶子[3] (1.九州大学 国際宇宙天気科学・教育センター、2.九州大学 大学院理学研究院 地球惑星科学部門、3.九州工業大学)

[PEM15-P08] Status of GNU Radio Beacon Receiver 2 (GRBR2) development

*山本 衛[1]、松永 真由美[2]、Tsunoda Roland[3] (1.京都大学生存圏研究所、2.東京工業大学、3.SRI International)

[PEM15-P09] Statistical comparison between plasma bubble day-to-day variability and neutral atmosphere by using GPS scintillation and GAIA model

*山本 衛[1]、河野 恵悟[1] (1.京都大学生存圏研究所)

[PEM15-P10] Redevelopment of the MU radar transceiver-module control system

*山本 衛[1]、黒川 浩規[1]、橋口 浩之[1] (1.京都大学生存圏研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_3

[P-EM16] 大気圏・電離圏

コンビーナ:大塚 雄一(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、津川 卓也(情報通信研究機構)、川村 誠治(国立研究開発法人情報通信研究機構)

[PEM16-P01] サブストームとオーロラブレイクアップ時のGPS位相シンチレーションの時空間変動

*Prikryl Paul[1,2]、Weygand James[3]、Ghoddousi-Fard Reza[4]、Jayachandran P. Thayyil[1]、Themens David[1]、McCaffrey Anthony[1]、Kunduri Bharat[5]、Spanswick Emma[6]、Zhang Yongliang[7]、行松 彰[8] (1.ニューブランズウィック大学物理学部、2.カナダ天然資源地磁気研究所、3.Earth Planetary and Space Sciences, University of California、4.Canadian Geodetic Survey, Natural Resources Canada、5.Bradley Dept. of Electrical and Computer Engineering, Virginia Tech、6.Dept. of Physics and Astronomy, University of Calgary、7.Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory、8.国立極地研究所)

[PEM16-P02] SuperDARN北海道-陸別レーダーによるSAPSイベントの発生特性の研究

*大矢 健斗[1]、西谷 望[1]、堀 智昭[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

[PEM16-P03] Spectral investigations of near infrared aurora and airglow at 1.0-1.6 microns: 1-year ground-based imaging spectroscopic observation at Syowa station (69.0°S, 39.6°E)

*西山 尚典[1]、坂野井 健[2]、田口 真[3]、鈴木 秀彦[4] (1.国立極地研究所、2.東北大学大学院 理学研究科附属 惑星プラズマ・大気研究センター、3.立教大学理学部、4.明治大学理工学部物理学科)

[PEM16-P04] **The study of the lower ionosphere in the South Atlantic Anomaly (SAA) Region**

*Chih-Yu Chiang[1]、Tzu-Fang Chang[2,1]、Sunny W. Y. Tam[1] (1.Institute of Space and Plasma Sciences, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan、2.Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, Japan)

[PEM16-P05] Multi-GNSS observation of LSTID in Japan and its link with auroral activities

*橋本 繭未[1]、日置 幸介[1] (1.北海道大学)

[PEM16-P06] Ba/Sr放出ロケット実験に向けた人工発光雲座標の精密解析法の基礎開発

*渡邊 太郎[1]、山本 真行[1]、柿並 義宏[2] (1.高知工科大学、2.北海道情報大学)

[PEM16-P07] MSTIDに伴う中性大気密度とプラズマ密度の変動

*鈴木 臣[1]、Jaeheung Park[2]、大塚 雄一[3]、塩川 和夫[3]、Liu Huixin[4]、Hermann Luehr[5] (1.愛知大学地域政策学部、2.Korea Astronomy and Space Science Institute、3.名古屋大学宇宙地球環境研究所、4.九州大学理学研究院地球惑星科学専攻 九州大学宙空環境研究センター、5.Helmholtz Centre Potsdam, GFZ, German Research Centre for Geosciences)

[PEM16-P08] ロケットによる電離圏TEC変動解析

*武川 毅[1]、中田 裕之[1]、大矢 浩代[1]、鷹野 敏明[1]、津川 卓也[2]、西岡 未知[2] (1.千葉大学大学院融合理工学府、2.情報通信研究機構)

[PEM16-P09] H-IIA ロケット打ち上げに伴う電離圏変動の解析

*山﨑 淳平[1]、中田 裕之[1]、大矢 浩代[1]、鷹野 敏明[1]、細川 敬祐[2]、冨澤 一郎[2] (1.千葉大学大学院工学研究院、2.電気通信大学大学院情報理工学研究科)

[PEM16-P10] Explosion energy derived from the 2015 Kuchinoerabujima eruption: Estimation from infrasound less than 0.01 Hz detected by barometers, seismometers, and TEC

*中島 悠貴[1]、西田 究[1]、青木 陽介[1]、日置 幸介[2] (1.東京大学地震研究所、2.北海道大学理学研究院自然史科学専攻)

[PEM16-P11] 機械学習を用いたイオノグラムにおけるスプレッドFの検出

*中田 裕之[1]、後藤 佑太[2]、大矢 浩代[1]、鷹野 敏明[1] (1.千葉大学大学院工学研究院、2.千葉大学工学部電気電子工学科)

[PEM16-P12] 観測ロケット搭載のためのGNSS-TEC受信機の性能評価

*奥村 誠[1]、芦原 佑樹[1] (1.奈良工業高等専門学校)

[PEM16-P13] ISS-IMAP/VISI観測による大気光擾乱とプラズマバブル発生との関係性について

*岡田 凌太[1]、齊藤 昭則[1]、池田 孝文[1]、品川 裕之[2]、津川 卓也[2]、坂野井 健[3] (1.京都大学大学院理学研究科地球物理学教室、2.国立研究開発法人情報通信研究機構、3.東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター)

[PEM16-P14] GAIAを用いた赤道プラズマバブルの発生・成長を支配するパラメータの解析

*品川 裕之[1]、陣 英克[1]、三好 勉信[2]、藤原 均[3]、横山 竜宏[4]、大塚 雄一[5] (1.国立研究開発法人情報通信研究機構、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3.成蹊大学理工学部、4.京都大学、5.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

[PEM16-P15] 中緯度スポラディックE層が有する不均一構造に関する３次元数値モデルの開発

*安藤 慧[1]、齊藤 昭則[1]、品川 裕之[2]、宮崎 真一[1] (1.京都大学大学院理学研究科、2.国立研究開発法人情報通信研究機構)

[PEM16-P16] ハワイで得られた大気光画像中に見られる中間圏・電離圏波動の水平位相速度分布の統計解析

*内藤 豪人[1]、塩川 和夫[1]、大塚 雄一[1]、坂野井 健[2]、齊藤 昭則[3]、中村 卓司[4] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター、3.京都大学大学院理学研究科地球物理学教室、4.国立極地研究所)

[PEM16-P17] ISS-IMAP VISI による観測データを用いた中間圏 OH 温度の推定

*村上 涼[1]、齊藤 昭則[1]、坂野井 健[2]、穂積 裕太[3] (1.京都大学、2.東北大学、3.電気通信大学)

[PEM16-P18] 中間圏界面におけるNOx・HOx光化学過程の全大気大循環モデルへの導入

*三好 勉信[1]、藤原 均[2] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.成蹊大学理工学部)

[PEM16-P19] 中間圏大気組成変動機構の解明を目指したラグランジュ型化学輸送モデルの開発

*中西 慎吾[1]、長浜 智生[1]、水野 亮[1]、中島 拓[1]、石島 陸[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_3

[P-EM16] 大気圏・電離圏

コンビーナ:大塚 雄一(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、津川 卓也(情報通信研究機構)、川村 誠治(国立研究開発法人情報通信研究機構)

[PEM16-P01] サブストームとオーロラブレイクアップ時のGPS位相シンチレーションの時空間変動

*Prikryl Paul[1,2]、Weygand James[3]、Ghoddousi-Fard Reza[4]、Jayachandran P. Thayyil[1]、Themens David[1]、McCaffrey Anthony[1]、Kunduri Bharat[5]、Spanswick Emma[6]、Zhang Yongliang[7]、行松 彰[8] (1.ニューブランズウィック大学物理学部、2.カナダ天然資源地磁気研究所、3.Earth Planetary and Space Sciences, University of California、4.Canadian Geodetic Survey, Natural Resources Canada、5.Bradley Dept. of Electrical and Computer Engineering, Virginia Tech、6.Dept. of Physics and Astronomy, University of Calgary、7.Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory、8.国立極地研究所)

[PEM16-P02] SuperDARN北海道-陸別レーダーによるSAPSイベントの発生特性の研究

*大矢 健斗[1]、西谷 望[1]、堀 智昭[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

[PEM16-P03] Spectral investigations of near infrared aurora and airglow at 1.0-1.6 microns: 1-year ground-based imaging spectroscopic observation at Syowa station (69.0°S, 39.6°E)

*西山 尚典[1]、坂野井 健[2]、田口 真[3]、鈴木 秀彦[4] (1.国立極地研究所、2.東北大学大学院 理学研究科附属 惑星プラズマ・大気研究センター、3.立教大学理学部、4.明治大学理工学部物理学科)

[PEM16-P04] **The study of the lower ionosphere in the South Atlantic Anomaly (SAA) Region**

*Chih-Yu Chiang[1]、Tzu-Fang Chang[2,1]、Sunny W. Y. Tam[1] (1.Institute of Space and Plasma Sciences, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan、2.Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, Japan)

[PEM16-P05] Multi-GNSS observation of LSTID in Japan and its link with auroral activities

*橋本 繭未[1]、日置 幸介[1] (1.北海道大学)

[PEM16-P06] Ba/Sr放出ロケット実験に向けた人工発光雲座標の精密解析法の基礎開発

*渡邊 太郎[1]、山本 真行[1]、柿並 義宏[2] (1.高知工科大学、2.北海道情報大学)

[PEM16-P07] MSTIDに伴う中性大気密度とプラズマ密度の変動

*鈴木 臣[1]、Jaeheung Park[2]、大塚 雄一[3]、塩川 和夫[3]、Liu Huixin[4]、Hermann Luehr[5] (1.愛知大学地域政策学部、2.Korea Astronomy and Space Science Institute、3.名古屋大学宇宙地球環境研究所、4.九州大学理学研究院地球惑星科学専攻 九州大学宙空環境研究センター、5.Helmholtz Centre Potsdam, GFZ, German Research Centre for Geosciences)

[PEM16-P08] ロケットによる電離圏TEC変動解析

*武川 毅[1]、中田 裕之[1]、大矢 浩代[1]、鷹野 敏明[1]、津川 卓也[2]、西岡 未知[2] (1.千葉大学大学院融合理工学府、2.情報通信研究機構)

[PEM16-P09] H-IIA ロケット打ち上げに伴う電離圏変動の解析

*山﨑 淳平[1]、中田 裕之[1]、大矢 浩代[1]、鷹野 敏明[1]、細川 敬祐[2]、冨澤 一郎[2] (1.千葉大学大学院工学研究院、2.電気通信大学大学院情報理工学研究科)

[PEM16-P10] Explosion energy derived from the 2015 Kuchinoerabujima eruption: Estimation from infrasound less than 0.01 Hz detected by barometers, seismometers, and TEC

*中島 悠貴[1]、西田 究[1]、青木 陽介[1]、日置 幸介[2] (1.東京大学地震研究所、2.北海道大学理学研究院自然史科学専攻)

[PEM16-P11] 機械学習を用いたイオノグラムにおけるスプレッドFの検出

*中田 裕之[1]、後藤 佑太[2]、大矢 浩代[1]、鷹野 敏明[1] (1.千葉大学大学院工学研究院、2.千葉大学工学部電気電子工学科)

[PEM16-P12] 観測ロケット搭載のためのGNSS-TEC受信機の性能評価

*奥村 誠[1]、芦原 佑樹[1] (1.奈良工業高等専門学校)

[PEM16-P13] ISS-IMAP/VISI観測による大気光擾乱とプラズマバブル発生との関係性について

*岡田 凌太[1]、齊藤 昭則[1]、池田 孝文[1]、品川 裕之[2]、津川 卓也[2]、坂野井 健[3] (1.京都大学大学院理学研究科地球物理学教室、2.国立研究開発法人情報通信研究機構、3.東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター)

[PEM16-P14] GAIAを用いた赤道プラズマバブルの発生・成長を支配するパラメータの解析

*品川 裕之[1]、陣 英克[1]、三好 勉信[2]、藤原 均[3]、横山 竜宏[4]、大塚 雄一[5] (1.国立研究開発法人情報通信研究機構、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3.成蹊大学理工学部、4.京都大学、5.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

[PEM16-P15] 中緯度スポラディックE層が有する不均一構造に関する３次元数値モデルの開発

*安藤 慧[1]、齊藤 昭則[1]、品川 裕之[2]、宮崎 真一[1] (1.京都大学大学院理学研究科、2.国立研究開発法人情報通信研究機構)

[PEM16-P16] ハワイで得られた大気光画像中に見られる中間圏・電離圏波動の水平位相速度分布の統計解析

*内藤 豪人[1]、塩川 和夫[1]、大塚 雄一[1]、坂野井 健[2]、齊藤 昭則[3]、中村 卓司[4] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター、3.京都大学大学院理学研究科地球物理学教室、4.国立極地研究所)

[PEM16-P17] ISS-IMAP VISI による観測データを用いた中間圏 OH 温度の推定

*村上 涼[1]、齊藤 昭則[1]、坂野井 健[2]、穂積 裕太[3] (1.京都大学、2.東北大学、3.電気通信大学)

[PEM16-P18] 中間圏界面におけるNOx・HOx光化学過程の全大気大循環モデルへの導入

*三好 勉信[1]、藤原 均[2] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.成蹊大学理工学部)

[PEM16-P19] 中間圏大気組成変動機構の解明を目指したラグランジュ型化学輸送モデルの開発

*中西 慎吾[1]、長浜 智生[1]、水野 亮[1]、中島 拓[1]、石島 陸[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_1

[P-EM17] 宇宙プラズマ理論・シミュレーション

コンビーナ:梅田 隆行(名古屋大学　宇宙地球環境研究所)、天野 孝伸(東京大学 地球惑星科学専攻)、成行 泰裕(富山大学人間発達科学部)、中村 匡(福井県立大学)

[PEM17-P01] 高速イオンによる低域混成波不安定性とその非線形発展に関する粒子シミュレーション

*小谷 翼[1]、樋田 美栄子[2]、森高 外征雄[2]、田口 聡[1] (1.京都大学大学院理学研究科、2.核融合科学研究所)

[PEM17-P02] **Study of Kinetic Alfven waves in space plasmas with electron having Kappa distribution**

*SATYAVIR SINGH[1]、Krushna Chandra Barik[1]、Yoshiharu Omura[2]、Gurbax Singh Lakhina[1] (1.Indian Institute of Geomagnetism, New Panvel, India、2.Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, Kyoto, Japan)

[PEM17-P03] 二流体プラズマ方程式に対する高次精度無発散重み付き差分スキーム

*三好 隆博[1]、簑島 敬[2]、松本 洋介[3] (1.広島大学大学院理学研究科、2.海洋研究開発機構数理科学・先端技術研究分野、3.千葉大学大学院理学研究科)

[PEM17-P04] Electromagnetic linear dispersion relation for plasma with a drift across magnetic field

*梅田 隆行[1]、中村 琢磨[2] (1.名古屋大学　宇宙地球環境研究所、2.オーストリア科学アカデミー)

[J] ポスター発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_4

[P-EM17] 宇宙プラズマ理論・シミュレーション

コンビーナ:梅田 隆行(名古屋大学　宇宙地球環境研究所)、天野 孝伸(東京大学 地球惑星科学専攻)、成行 泰裕(富山大学人間発達科学部)、中村 匡(福井県立大学)

[PEM17-P01] 高速イオンによる低域混成波不安定性とその非線形発展に関する粒子シミュレーション

*小谷 翼[1]、樋田 美栄子[2]、森高 外征雄[2]、田口 聡[1] (1.京都大学大学院理学研究科、2.核融合科学研究所)

[PEM17-P02] **Study of Kinetic Alfven waves in space plasmas with electron having Kappa distribution**

*SATYAVIR SINGH[1]、Krushna Chandra Barik[1]、Yoshiharu Omura[2]、Gurbax Singh Lakhina[1] (1.Indian Institute of Geomagnetism, New Panvel, India、2.Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, Kyoto, Japan)

[PEM17-P03] 二流体プラズマ方程式に対する高次精度無発散重み付き差分スキーム

*三好 隆博[1]、簑島 敬[2]、松本 洋介[3] (1.広島大学大学院理学研究科、2.海洋研究開発機構数理科学・先端技術研究分野、3.千葉大学大学院理学研究科)

[PEM17-P04] Electromagnetic linear dispersion relation for plasma with a drift across magnetic field

*梅田 隆行[1]、中村 琢磨[2] (1.名古屋大学　宇宙地球環境研究所、2.オーストリア科学アカデミー)

[J] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

13:45 ~ 15:15 | A03 東京ベイ幕張ホール

[P-EM17] 宇宙プラズマ理論・シミュレーション

コンビーナ:梅田 隆行(名古屋大学　宇宙地球環境研究所)、天野 孝伸(東京大学 地球惑星科学専攻)、成行 泰裕(富山大学人間発達科学部)、中村 匡(福井県立大学)、座長:梅田 隆行(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、天野 孝伸(東京大学 地球惑星科学専攻)

13:45 ~ 14:00

[PEM17-01] 多層ニューラルネットワークを用いた高次精度数値流束の予測

*松本 洋介[1] (1.千葉大学大学院理学研究科)

14:00 ~ 14:15

[PEM17-02] プラズマ粒子シミュレーションのための多重 Boris 解法の提案

*銭谷 誠司[1]、加藤 恒彦[2] (1.京都大学、2.国立天文台)

14:15 ~ 14:30

[PEM17-03] Contour Dynamics for Vlasov–Poisson Plasma with the Periodic Boundary

*佐藤 大樹[1]、渡邉 智彦[1]、前山 伸也[1] (1.名古屋大学)

14:30 ~ 14:45

[PEM17-04] 球内部のMHDシミュレーション手法と可視化ツール

*陰山 聡[1]、堀 久美子[1]、坂本 尚久[1] (1.神戸大学大学院システム情報学研究科)

14:45 ~ 15:00

[PEM17-05] Kármán Vortex Street, Strouhal Number, Hairpin Vortex in 3D global Magnetohydrodynamic MHD simulations in Northward IMF

*CAI DongSheng[1] (1.筑波大学)

15:00 ~ 15:15

[PEM17-06] Correlations between plasma density and magnetic field strength in MHD turbulence in space

*羽田 亨[1]、成田 康人[2]、成行 泰裕[3] (1.九州大学大学院総合理工学研究院環境理工学部門、2.オーストリア科学アカデミー宇宙科学研究所、3.富山大学人間発達科学部)

[J] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

15:30 ~ 17:00 | A03 東京ベイ幕張ホール

[P-EM17] 宇宙プラズマ理論・シミュレーション

コンビーナ:梅田 隆行(名古屋大学　宇宙地球環境研究所)、天野 孝伸(東京大学 地球惑星科学専攻)、成行 泰裕(富山大学人間発達科学部)、中村 匡(福井県立大学)、座長:中村 匡(福井県立大学)、成行 泰裕

15:30 ~ 15:45

[PEM17-07] Stochastic models of phase space diffusion via wave-particle interaction with parallel propagating electromagnetic waves

*成行 泰裕[1] (1.富山大学人間発達科学部)

15:45 ~ 16:00

[PEM17-08] Electron beam instability in collisionless magnetic reconnection with a strong guide field

*下村 和也[1]、渡邉 智彦[1]、前山 伸也[1]、石澤 明宏[2] (1.名古屋大学、2.京都大学)

16:00 ~ 16:15

[PEM17-09] Particle acceleration with precursor wave driven wakefield in relativistic shocks

*岩本 昌倫[1]、天野 孝伸[1]、星野 真弘[1]、松本 洋介[2] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.千葉大学大学院理学研究科)

16:15 ~ 16:30

[PEM17-10] ピッチ角異方性を伴った衝撃波遷移層における統計的ドリフト加速のモデリング

*加藤 拓馬[1]、天野 孝伸[1] (1.東京大学)

16:30 ~ 16:45

[PEM17-11] 宇宙空間プラズマ中の near-field

*中村 匡[1] (1.福井県立大学)

16:45 ~ 17:00

[PEM17-12] **ブラックホール2重星から提起される重力波の発生と重力起源の問題**

*大家 寛[1] (1.東北大学理学研究科地球物理学専攻)

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-AS 大気科学・気象学・大気環境

9:00 ~ 10:30 | 104 1F

[A-AS02] 台風研究の新展開〜過去・現在・未来

コンビーナ:金田 幸恵(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、和田 章義(気象研究所台風・災害気象研究部)、伊藤 耕介(琉球大学)、宮本 佳明(慶應義塾大学　環境情報学部)、座長:金田 幸恵(名古屋大学)、和田 章義(気象研究所)

9:00 ~ 9:15

[AAS02-01] A GRAPES-based mesoscale EPS for TC forecasting: configuration and performance

*Xubin Zhang[1] (1.Institute of Tropical and Marine Meteorology, CMA)

9:15 ~ 9:30

[AAS02-02] **Evaluation of operational Ensemble based Global Forecast System prediction for Tropical Cyclones over the North Indian Ocean**

*Medha Deshpande[1]、Radhika Kanase[1]、R P M Krishna[1]、Emmanuel Rongmie[1]、P Mukhopadhyay[1] (1.IITM, Pune, INDIA)

9:30 ~ 9:45

[AAS02-03] 270メンバーのアンサンブル実験から得られた急発達開始前の熱帯低気圧の構造変化

*宮本 佳明[1]、David Nolan[2] (1.慶應義塾大学　環境情報学部、2.Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami)

9:45 ~ 10:00

[AAS02-04] Potential impacts of tropical cyclone inner-core convective activity on the predictability of rapid intensification

*南出 将志[1]、Derek Posselt[1] (1.Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology)

10:00 ~ 10:15

[AAS02-05] A link between high-speed solar wind streams and rapid intensification of tropical cyclones

*Paul Prikryl[1,2]、Lidia Nikitina[2]、Vojto Rušin[3] (1.Physics Department, University of New Brunswick, Fredericton, NB, Canada、2.Geomagnetic Laboratory, Natural Resources Canada, Ottawa, ON, Canada、3.Astronomical Institute, Slovak Academy of Sciences, Tatranská Lomnica, Slovak Republic)

10:15 ~ 10:30

[AAS02-06] Influence of Tropical Lower Stratospheric Cooling on Extreme Deep Convective Activity and Tropical Cyclones

*Kodera Kunihiko[1]、江口 菜穂[2]、Ueyama Rei[3]、Funatsu Beatriz[4]、Claud Chantal[5] (1.Meteorological Research Institute、2.Kyushu University、3.NASA Ames Research Center、4.Université de Nantes、5.Ecole Polytechnique)

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-AS 大気科学・気象学・大気環境

10:45 ~ 12:15 | 104 1F

[A-AS02] 台風研究の新展開〜過去・現在・未来

コンビーナ:金田 幸恵(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、和田 章義(気象研究所台風・災害気象研究部)、伊藤 耕介(琉球大学)、宮本 佳明(慶應義塾大学　環境情報学部)、座長:宮本 佳明、伊藤 耕介(琉球大学)

10:45 ~ 11:15

[AAS02-07] A change in the inner-core structure of Typhoon Trami (2018) as observed through upper-tropospheric aircraft reconnaissance of T-PARCII

★Invited Papers

*山田 広幸[1]、坪木 和久[2]、篠田 太郎[2]、久保田 尚之[3]、高橋 幸弘[3]、長浜 則夫[4]、清水 健作[4]、大東 忠保[5]、伊藤 耕介[1]、山口 宗彦[6]、中澤 哲夫[6] (1.琉球大学、2.名古屋大学、3.北海道大学、4.明星電気、5.防災科学技術研究所、6.気象庁気象研究所)

11:15 ~ 11:30

[AAS02-08] **台風第21号の上陸に伴う内部構造の劇的変化及びメソ渦と突風の関係**

*嶋田 宇大[1]、小山 亮[1]、清水 慎吾[2] (1.気象庁気象研究所、2.防災科学技術研究所)

11:30 ~ 11:45

[AAS02-09] **Revisiting Asymmetric CAPE in Sheared Tropical Cyclones**

*Qingqing Li[1] (1.NUIST Nanjing University of Information Science and Technology)

11:45 ~ 12:00

[AAS02-10] **Observed rainfall asymmetry of tropical cyclone in the process of making landfall in Guangdong, South China**

*Guanhuan Wen[1] (1.Guangzhou Institute of Tropical and Marine Meteorology, China Meteorological Administation)

12:00 ~ 12:15

[AAS02-11] Volumetric Detection of Tornadic Vortices Associated with Typhoon Nanmadol (2017) Using PAWR and Deep Learning

*足立 透[1]、石津 尚喜[2]、楠 研一[1]、猪上 華子[1]、新井 健一郎[2]、藤原 忠誠[3]、鈴木 博人[3] (1.気象研究所、2.アルファ電子/気象研究所、3.東日本旅客鉄道)

[E] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-AS 大気科学・気象学・大気環境

13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_1

[A-AS02] 台風研究の新展開〜過去・現在・未来

コンビーナ:金田 幸恵(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、和田 章義(気象研究所台風・災害気象研究部)、伊藤 耕介(琉球大学)、宮本 佳明(慶應義塾大学　環境情報学部)

[AAS02-P01] Numerical study on lightning frequency in a tropical cyclone

*佐藤 陽祐[1,3]、宮本 佳明[2,3]、富田 浩文[3] (1.名古屋大学工学研究科、2.慶應大学環境情報学部、3.理化学研究所計算科学研究センター)

[AAS02-P02] **Sensitivity of Numerical Simulation of Typhoon Nepartak (2016) to Cloud Condensation Nuclei Concentration**

*Yu-De Wu[1]、Jian-Liang Wang[1] (1.Dept. of Environmental Informational and Engineering, Chung Cheng Institute of Technology, National Defense University, Taiwan)

[AAS02-P03] Moisture Budget Analysis for Hurricane Precipitation on Texas

*飯塚 聡[1]、酒井 直樹[1] (1.防災科学技術研究所)

[AAS02-P04] Remote response of a developing tropical cyclone over the western North Pacific to large-scale vapor transport from the Kuroshio in boreal fall

*藤原 圭太[1]、川村 隆一[2]、川野 哲也[2] (1.九州大学大学院理学府、2.九州大学大学院理学研究院)

[AAS02-P05] Asymmetrically Intensifying Processes of a Category 4 Super Typhoon Lan (2017) during High Vertical Wind Shear

*金田 幸恵[1]、和田 章義[2]、坪木 和久[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.気象庁気象研究所)

[AAS02-P06] Roles of preexisting oceanic condition and ocean coupling processes in the intensity prediction during the mature phase of Typhoon Trami (2018)

*和田 章義[1] (1.気象研究所台風研究部)

[AAS02-P07] Development and assessment of the probabilistic storm surge forecast system in Taiwan: Case Study of Typhoon Maria in 2018

*Chun-Wei Lin[1]、Tso-Ren Wu[1]、Yu-Lin Tsai[1]、Shu-Chun Chuang[1]、Chi-Hao Chu[2]、Chuen-Teyr Terng[2] (1.Graduate Institute of Hydrological and Oceanic Sciences, National Central University, Chungli, Taiwan、2.Marine Meteorology Center, Central Weather Bureau, Taipei, Taiwan)

[AAS02-P08] Basic Data Construction for a Typhoon Disaster Prevention Model : Analysis and Changes by El Nino and La Nina year

*HANA NA[1]、Woo-Sik Jung[1] (1.Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea)

[AAS02-P09] Basic Data Construction for a Typhoon Disaster Prevention Model : Analysis According to the Typhoon Path Type

*HANA NA[1]、Woo-Sik JUNG[1] (1.Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea)

[AAS02-P10] Basic Data Construction for a Typhoon Disaster Prevention Model : Monthly Characteristics of Typhoon Rusa, Maemi, Kompasu, and Bolaven

*HANA NA[1]、Woo-Sik Jung[1] (1.Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea)

[AAS02-P11] 太陽風が吹く空間で自転している地球で発生する台風のメカニズム

*唐澤 信司[1] (1.宮城工業高等専門学校 名誉教授)

[E] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-AS 大気科学・気象学・大気環境

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_5

[A-AS02] 台風研究の新展開〜過去・現在・未来

コンビーナ:金田 幸恵(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、和田 章義(気象研究所台風・災害気象研究部)、伊藤 耕介(琉球大学)、宮本 佳明(慶應義塾大学　環境情報学部)

[AAS02-P01] Numerical study on lightning frequency in a tropical cyclone

*佐藤 陽祐[1,3]、宮本 佳明[2,3]、富田 浩文[3] (1.名古屋大学工学研究科、2.慶應大学環境情報学部、3.理化学研究所計算科学研究センター)

[AAS02-P02] **Sensitivity of Numerical Simulation of Typhoon Nepartak (2016) to Cloud Condensation Nuclei Concentration**

*Yu-De Wu[1]、Jian-Liang Wang[1] (1.Dept. of Environmental Informational and Engineering, Chung Cheng Institute of Technology, National Defense University, Taiwan)

[AAS02-P03] Moisture Budget Analysis for Hurricane Precipitation on Texas

*飯塚 聡[1]、酒井 直樹[1] (1.防災科学技術研究所)

[AAS02-P04] Remote response of a developing tropical cyclone over the western North Pacific to large-scale vapor transport from the Kuroshio in boreal fall

*藤原 圭太[1]、川村 隆一[2]、川野 哲也[2] (1.九州大学大学院理学府、2.九州大学大学院理学研究院)

[AAS02-P05] Asymmetrically Intensifying Processes of a Category 4 Super Typhoon Lan (2017) during High Vertical Wind Shear

*金田 幸恵[1]、和田 章義[2]、坪木 和久[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.気象庁気象研究所)

[AAS02-P06] Roles of preexisting oceanic condition and ocean coupling processes in the intensity prediction during the mature phase of Typhoon Trami (2018)

*和田 章義[1] (1.気象研究所台風研究部)

[AAS02-P07] Development and assessment of the probabilistic storm surge forecast system in Taiwan: Case Study of Typhoon Maria in 2018

*Chun-Wei Lin[1]、Tso-Ren Wu[1]、Yu-Lin Tsai[1]、Shu-Chun Chuang[1]、Chi-Hao Chu[2]、Chuen-Teyr Terng[2] (1.Graduate Institute of Hydrological and Oceanic Sciences, National Central University, Chungli, Taiwan、2.Marine Meteorology Center, Central Weather Bureau, Taipei, Taiwan)

[AAS02-P08] Basic Data Construction for a Typhoon Disaster Prevention Model : Analysis and Changes by El Nino and La Nina year

*HANA NA[1]、Woo-Sik Jung[1] (1.Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea)

[AAS02-P09] Basic Data Construction for a Typhoon Disaster Prevention Model : Analysis According to the Typhoon Path Type

*HANA NA[1]、Woo-Sik JUNG[1] (1.Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea)

[AAS02-P10] Basic Data Construction for a Typhoon Disaster Prevention Model : Monthly Characteristics of Typhoon Rusa, Maemi, Kompasu, and Bolaven

*HANA NA[1]、Woo-Sik Jung[1] (1.Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea)

[AAS02-P11] 太陽風が吹く空間で自転している地球で発生する台風のメカニズム

*唐澤 信司[1] (1.宮城工業高等専門学校 名誉教授)

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-AS 大気科学・気象学・大気環境

15:30 ~ 17:00 | 104 1F

[A-AS02] 台風研究の新展開〜過去・現在・未来

コンビーナ:金田 幸恵(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、和田 章義(気象研究所台風・災害気象研究部)、伊藤 耕介(琉球大学)、宮本 佳明(慶應義塾大学　環境情報学部)、座長:金田 幸恵(名古屋大学)、宮本 佳明

15:30 ~ 15:45

[AAS02-12] Evaluation of the monthly Potential of the 2018 typhoon activity and the effect of the positive PMM and SST of the eastern northwestern Pacific

*石山 尊浩[1]、佐藤 正樹[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

15:45 ~ 16:00

[AAS02-13] **Contributions of different time scale variations to tropical cyclogenesis over the western North Pacific**

*Xi Cao[1] (1. Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences)

16:00 ~ 16:15

[AAS02-14] Binary interaction between TC Chanthu (2016) and a nearby cold low

*伊藤 耕介[1]、比嘉 未雅[1]、Chan Johnny[2] (1.琉球大学、2.City University of Hong Kong)

16:15 ~ 16:30

[AAS02-15] **Response of landfalling North Indian Ocean cyclonic disturbances to warming climate and associated environmental parameters**

*JAGABANDHU PANDA[1]、KASTURI SINGH[1] (1.Department of Earth and Atmospheric Sciences, National Institute of Technology Rourkela, India)

16:30 ~ 16:45

[AAS02-16] **Rainfall contribution of North Indian Ocean cyclonic disturbances over India in a warming climate**

*KASTURI SINGH[1]、JAGABANDHU PANDA[1] (1.Department of Earth and Atmospheric Sciences, National Institute of Technology Rourkela, India)

16:45 ~ 17:00

[AAS02-17] Analysis of typhoon tracks and associated precipitation amount over western Japan: A case study with Typhoon Nancy and Typhoon Jebi

*Sridhara Nayak[1]、Tetsuya Takemi[1] (1.Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University)

[J] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-AS 大気科学・気象学・大気環境

9:00 ~ 10:30 | 102 1F

[A-AS04] 大気化学

コンビーナ:中山 智喜(長崎大学　大学院水産・環境科学総合研究科)、岩本 洋子(広島大学　生物圏科学研究科)、豊田 栄(東京工業大学物質理工学院)、江口 菜穂(Kyushu University)、座長:高島 久洋(福岡大学)

9:00 ~ 9:15

[AAS04-16] メタン・対流圏オゾンの放射強制力の低減を目指して：アジアにおけるCH_4, NO_x, NMVOCの排出削減目標

*秋元 肇[1]、永島 達也[1]、谷本 浩志[1]、Klomont Zig[2]、Markus Amann[2] (1.国立環境研究所、2.国際応用システム分析研究所)

9:15 ~ 9:30

[AAS04-17] **横須賀における Pandora型太陽直達光分光器による大気NO_2カラム濃度決定：TROPOMI衛星観測検証の高度化**

*金谷 有剛[1]、高島 久洋[2,1]、野津 雅人[3]、関谷 高志[7]、宮崎 和幸[1]、Eskes Henk[4]、Pinardi Gaia[5]、Santana Diaz Daniel[6]、Müller Moritz[6]、Cede Alexander[6] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター、2.福岡大学、3.首都大学東京、4.オランダ王立気象研究所、5.ベルギー宇宙航空研究所、6.LuftBlick、7.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

9:30 ~ 9:45

[AAS04-18] メガシティ規模の大気汚染解析に向けたTROPOMI NO_2データを含む複数衛星観測の全球高解像度データ同化

*関谷 高志[1]、宮崎 和幸[2,1]、Henk Eskes[3]、Folkert Boersma[3]、大越智 幸司[1]、須藤 健悟[4,1]、滝川 雅之[1] (1.国立研究開発法人　海洋研究開発機構、2.NASAジェット推進研究所／カリフォルニア工科大学、3.オランダ王立気象研究所、4.名古屋大学　大学院環境学研究科)

9:45 ~ 10:00

[AAS04-19] 2013-2018年に千葉で観測されたNO_2、VOC、対流圏オゾン濃度のトレンド

*米川 大地[1]、入江 仁士[2] (1.千葉大学大学院　融合理工学府、2.千葉大学)

10:00 ~ 10:15

[AAS04-20] Long-term seasonal changes in tropospheric ozone over Japan

*河野 なつ美[1]、永島 達也[1]、菅田 誠治[1] (1.国立開発法人 国立環境研究所)

10:15 ~ 10:30

[AAS04-21] **Characteristics of Atmospheric Photochemical Pollution at a Comprehensive Site in Guangzhou, China**

*Yu Zou[1] (1.Institute of Tropical and Marine Meteorology, CMA,Guangzhou,China)

[J] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-AS 大気科学・気象学・大気環境

10:45 ~ 12:15 | 102 1F

[A-AS04] 大気化学

コンビーナ:中山 智喜(長崎大学　大学院水産・環境科学総合研究科)、岩本 洋子(広島大学　生物圏科学研究科)、豊田 栄(東京工業大学物質理工学院)、江口 菜穂(Kyushu University)、座長:竹谷 文一(海洋研究開発機構)、持田 陸宏(名古屋大学)

10:45 ~ 11:00

[AAS04-22] 冷温帯林における通年観測で採取された植物由来二次有機エアロゾル中に存在する分子マーカーのLC/MS分析

*佐藤 圭[1]、Sathiyamurthi Ramasamy[1]、猪俣 敏[1]、宮崎 雄三[2] (1.国立研究開発法人国立環境研究所、2.北海道大学)

11:00 ~ 11:15

[AAS04-23] Surfactant Effects on Acid-Catalyzed Reactions at Aqueous Aerosol Surfaces

*石塚 紳之介[1]、羽馬 哲也[2]、江波 進一[1] (1.国立環境研究所、2.北海道大学低温科学研究所)

11:15 ~ 11:30

[AAS04-24] Roles of heterogeneous reactions in the tropospheric chemistry: a global modeling study

*Phuc Thi Minh Ha[1]、Fumikazu Taketani[2]、Yugo Kanaya[2]、Kengo Sudo[1,2] (1.Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University、2.Research and Development Center for Global Change, JAMSTEC)

11:30 ~ 11:45

[AAS04-25] 大気エアロゾルの粒径分布と吸湿性の呼吸器沈着率への影響に関する事例分析

*王 敏睿[1]、三原 利之[2,4]、梶野 瑞王[5]、川名 華織[2,6]、持田 陸宏[1,2,3] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.名古屋大学大学院環境学研究科、3.名古屋大学高等研究院、4.岐阜県工業技術研究所（現在の所属）、5.気象庁気象研究所、6.海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター（現在の所属）)

11:45 ~ 12:00

[AAS04-26] 粒子状物質を介した大気海洋間の物質循環過程 －日本大気化学会奨励賞受賞記念講演－

★招待講演

*岩本 洋子[1] (1.広島大学　生物圏科学研究科)

12:00 ~ 12:15

[AAS04-27] 速度論的手法による対流圏ハロゲン不均一反応化学の定量的解明
－日本大気化学会奨励賞受賞記念講演－

★招待講演

*坂本 陽介[1,2] (1.京都大学大学院地球環境学堂、2.京都大学大学院人間・環境学研究科)

[J] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-AS 大気科学・気象学・大気環境

13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_2

[A-AS04] 大気化学

コンビーナ:中山 智喜(長崎大学　大学院水産・環境科学総合研究科)、岩本 洋子(広島大学　生物圏科学研究科)、豊田 栄(東京工業大学物質理工学院)、江口 菜穂(Kyushu University)

[AAS04-P01] ひまわり8号データを用いたGOSAT衛星の雲判定精度の検証

*北村 克樹[1]、齋藤 尚子[2] (1.千葉大学大学院融合理工学府地球環境科学専攻、2.千葉大学環境リモートセンシング研究センター)

[AAS04-P02] 日本森林で産するキノコ胞子の氷晶核化温度測定

*北 和之[1]、佐々木 完斉[1]、南 光太郎[1]、木名瀬 健[2]、足立 光司[2]、財前 祐二[2]、保坂 健太郎[3]、牧 輝弥[4]、五十嵐 康人[1,5] (1.茨城大学、2.気象研究所、3.国立科学博物館、4.金沢大学、5.京都大学)

[AAS04-P03] **Investigation of Atmospheric Aerosol Particles and gases by R/V Mirai cruise over the Arctic Ocean on 2017**

*竹谷 文一[1]、加藤 咲[1,2]、宮川 拓真[1]、滝川 雅之[1]、山口 将大[1]、高島 久洋[1,2]、Petr Mordovskoi[1]、金谷 有剛[1] (1.海洋研究開発機構、2.福岡大学)

[AAS04-P04] Characterization of carbonaceous aerosols in East Asia in the spring of 2015: Importance of non-fossil fuel sources

*宮川 拓真[1]、駒崎 雄一[1]、竹谷 文一[1]、潘 小楽[2]、王 自発[2]、金谷 有剛[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.中国科学院大気物理研究所)

[AAS04-P05] **Analyzing the influence of biomass burning on ambient air pollution in mainland Southeast Asia from 2001 to 2016**

*Shuai Yin[1] (1.National Institute for Environmental Studies)

[AAS04-P06] High-resolution and multi-year inventory of mercury emissions from biomass burning in tropical continents during 2001–2017

*Yusheng Shi[1] (1.Aerospace Information Research Institute, Chinese Academy of Sciences)

[AAS04-P07] Simultaneous observations by sky radiometer and MAX-DOAS for characterization of biomass burning plumes in central Thailand in January-April 2016

*入江 仁士[1]、Syedul Hoque[1]、Alessandro Damiani[1]、Al Fatmi[1]、Pradeep Khatri[2]、高村 民雄[1]、Thanawat Jarupongsakul[3] (1.千葉大学、2.東北大学、3.チュラロンコン大学)

[AAS04-P08] Quantifying PM2.5 from long-range transport and local pollution in Taiwan during winter monsoon.

*Ming-Tung Chuang[1] (1.Research Center for Environmental Changes, Academia Sinica)

[AAS04-P09] 長崎県雲仙岳周辺での小型センサを用いた$PM_{2.5}$の高度依存性の観測

*中山 智喜[1]、上野 彩音[1]、鐘ヶ江 健太[1]、河本 和明[1]、馬越 孝道[1]、山崎 高幸[2]、岡本 渉[2]、松見 豊[2] (1.長崎大学　環境科学部、2.名古屋大学　宇宙地球環境研究所)

[AAS04-P10] Observation of NPF events at the summit of Mt. Fuji during daytime and nighttime

*五十嵐 博己[1]、佐藤 丈徳[1]、森 樹大[1]、三浦 和彦[1]、岩本 洋子[2]、和田 龍一[3]、加藤 俊吾[4]、大河内 博[5] (1.東京理科大学、2.広島大学、3.帝京科学大学、4.首都大学東京、5.早稲田大学)

[AAS04-P11] 大気中金属粒子のICP-MS観測とTEMによる個別粒子解析

*木名瀬 健[1]、足立 光司[1]、梶野 瑞王[1]、林 政彦[2]、原 圭一郎[2] (1.気象研究所、2.福岡大学)

[AAS04-P12] 単一粒子光消散法を用いた複素屈折率測定装置での実験結果

*高砂 裕也[1] (1.東京大学大学院　理学系研究科)

[AAS04-P13] **Evaluation of BC and CO emission inventory based on long-term in-situ observations over East Asia**

*Choi Yongjoo[1]、Kanaya Yugo [1]、Shin Hye-Jung [2]、Park Seung-Myong [2]、Matsuki Atsushi [3]、Sadanaga Yasuhiro[4]、Kim Sang-woo [5]、Uno Itsushi [6]、Pan Xiaole [7] (1.Development Center for Global Change, Japan Agency for Marine-

Earth Science and Technology、2.Division of Climate & Air Quality Research, National Institute of Environmental Research, Korea、3.Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University、4.Department of Applied Chemistry, Graduate School of Engineering, Osaka Prefecture University、5.School of Earth and Environmental Sciences, Seoul National University, Seoul, Korea、6.Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University、7.Institute of Atmospheric Physics, CAS, Beijing, China)

[AAS04-P14] **Inverse modeling of black carbon emissions over China using ensemble data assimilation**

*Ping Wang[1] (1. Chinese Academy of Meteorological Sciences)

[AAS04-P15] 逆推計を用いた東アジアにおけるBC排出量推定

*眞木 貴史[1]、田中 泰宙[1]、大島 長[1]、関山 剛[1]、近藤 圭一[1]、黒川 純一[2]、弓本 桂也[3]、大原 利眞[4] (1.気象研究所、2.アジア大気汚染研究センター、3.九州大学、4.国立環境研究所)

[AAS04-P16] 化学気候モデルによる北太平洋及び北極海における黒色炭素の起源推定と混合状態の考察

*大西 貴都[1]、須藤 健悟[1,2]、金谷 有剛[2]、竹谷 文一[2] (1.名古屋大学　大学院環境学研究科、2.海洋研究開発機構)

[AAS04-P17] $PM_{2.5}$モバイル計測器の性能評価と国道1号線および長崎大学周辺での測定

*鐘ヶ江 健太[1]、山崎 高幸[2]、岡本 渉[2]、松見 豊[2]、中山 智喜[1] (1.長崎大学、2.名古屋大学)

[AAS04-P18] Analysis on the Relationship between the Concentration of Particulate Matter and Mortality from Respiratory and Cardiovascular Diseases

*Woo-Sik JUNG[1]、Woo-Gon Do[2] (1.Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea、2.Busan Metropolitan City of Institute of Health and Environment Busan, Korea)

[AAS04-P19] A Study on the Estimation of Contribution Rate of Odour Substances Using CALPUFF model

*Woo-Sik JUNG[1]、Woo-Gon Do[2] (1.Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea、2.Busan Metropolitan City of Institute of Health and Environment Busan, Korea)

[AAS04-P20] 地表ガス成分濃度の急減少 ～3次元走査型コヒーレントドップラーライダーによる風観測と地上ガス成分観測～

*高島 久洋[1]、原 圭一郎[1]、大平 湧貴[1]、高見 昭憲[2]、吉野 彩子[2]、藤吉 康志[3] (1.福岡大学理学部、2.国立環境研究所 、3.北海道大学)

[AAS04-P21] 福岡都市圏における二酸化窒素（NO_2）の時空間変動
～小型装置を用いたMAX-DOAS法による多地点分光観測～

*植木 洸亘[1]、高島 久洋[1]、Martina Friedrich[2] (1.福岡大学理学部地球圏科学科、2.Belgian Institute for Space Aeronomy (BIRA-IASB))

[AAS04-P22] 対流圏二酸化窒素の三酸素同位体組成定量

*中川 書子[1]、丁 トウ[1]、角皆 潤[1]、山口 高志[2]、野口 泉[2] (1.名古屋大学 大学院環境学研究科、2.北海道立総合研究機構 環境科学研究センター)

[AAS04-P23] 陸別高分解能FTIRによる大気汚染物質の対流圏カラム平均混合比の長期変動観測

*長浜 智生[1]、森野 勇[2]、中西 慎吾[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.国立環境研究所)

[AAS04-P24] Impacts of Biogenic and Anthropogenic Emissions on Summertime Ozone Formation in the Guanzhong Basin, China

*Nan Li[1] (1.Nanjing University of Information Science & Technology)

[AAS04-P25] **インドネシア・ジャカルタ大都市圏周辺における温室効果ガス・大気汚染物質の総合観測プロジェクト**

*西橋 政秀[1]、向井 人史[1]、寺尾 有希夫[1]、橋本 茂[1]、Rizaldi Boer[2]、Muhammad Ardiansyah[2]、Bregas Budianto[2]、Gito Sugih Immanuel[2]、Adi Rakhman[2]、Rudi Nugroho[3]、Nawa Suwedi[3]、Agus Rifai[3]、Iif Miftahul Ihsan[3]、Anies Marufatin[3]、Albert Sulaiman[3]、Dodo Gunawan[4]、Eka Suharguniyawan[4]、Asep Firman Ilahi[4]、Muharam Syam Nugraha[4]、Ronald Christian Wattimena[4]、Bayu Feriaji[4]、Thomas Lauvaux[5]、小田 知宏[6] (1.国立環境研究所、2.ボゴール農科大学、3.インドネシア技術評価応用庁、4.インドネシア気象気候地球物理庁、5.LSCE、6.USRA/NASA)

[AAS04-P26] **Seasonality of short-term variations in atmospheric CH_4 observed at Hateruma and relationship with the reginal emissions from East Asia**

*Yasunori Tohjima[1]、Jiye Zeng[1]、Tomoko Shirai[1]、Akihiko Ito[1]、Motoki Sasakawa[1]、Toshinobu Machida[1] (1.National Institute for Environmental Studies)

[AAS04-P27] A cryogen-free automated measurement system of stable carbon isotope ratio of atmospheric methane

*Taku Umezawa[1]、Takuya Saito[1] (1.National Institute of Environmental Studies)

[AAS04-P28] Global inverse analysis of CH_4 fluxes using NICAM-TM 4D-Var

*丹羽 洋介[1,2]、伊藤 昭彦[1]、町田 敏暢[1]、笹川 基樹[1]、遠嶋 康徳[1]、梅澤 拓[1]、森本 真司[3]、青木 周司[3]、澤 庸介[2]、坪井 一寛[2]、松枝 秀和[2]、Ed Dlugokencky[4]、Christina Harth[5]、Paul Krummel[6]、Ray Langenfelds[6]、Zoe Loh[6]、Jens Mühle[5]、Simon O'Doherty[7]、Ronald Prinn[8]、Michel Ramonet[9]、Peter Salameh[5]、Colm Sweeney[4]、Ray Weiss[5]、Dickon Young[7]、Simona Castaldi[10,11]、Sergio Noce[12]、Marielle Saunois[9]、Ann Stavert[13] (1.国立環境研究所、2.気象研究所、3.東北大学、4.Earth System Research Laboratory, National Oceanic and Atmospheric Administration、5.Scripps Institution of Oceanography, University of California、6.Climate Science Centre, CSIRO Oceans and Atmosphere、7.School of Chemistry, University of Bristol、8.Massachusetts Institute of Technology、9.Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, LSCE-IPSL (CEA-CNRS-UVSQ)、10.DISTABIF, Università degli studi della Campania Luigi Vanvitelli、11.Department Landscape Design & Sustainable Ecosystems RUDN University、12.IAFES, Euro-Mediterranean Center on Climate Change、13.Global Carbon Project, CSIRO Oceans and Atmosphere)

[AAS04-P29] GOSAT/TANSO−FTSの熱赤外バンドの観測から得られた科学的成果

*齋藤 尚子[1]、小坂 真悟[1]、白木 雅人[1]、小林 陽菜子[1] (1.千葉大学環境リモートセンシング研究センター)

[AAS04-P30] **南鳥島における大気中CO_2濃度および炭素・酸素安定同位体比の連続観測**

*村山 昌平[1]、坪井 一寛[2]、石戸谷 重之[1]、松枝 秀和[2]、丹羽 洋介[3]、澤 庸介[2]、石島 健太郎[2]、古積 健太郎[4]、梅澤 研太[4]、雪田 一弥[4]、西田 重晴[4]、山本 めぐみ[4]、宇佐美 哲之[1]、森本 真司[5] (1.国立研究開発法人産業技術総合研究所、2.気象研究所、3.国立研究開発法人国立環境研究所、4.気象庁、5.東北大学)

[AAS04-P31] 気象庁観測所において観測された大気中ラドン濃度の変動

*石島 健太郎[1]、坪井 一寛[1]、松枝 秀和[1]、澤 庸介[1]、丹羽 洋介[2,1]、眞木 貴史[1]、中村 貴[3] (1.気象研究所、2.国立環境研究所、3.気象庁)

[AAS04-P32] 陸別・昭和基地・つくばにおける地上FTIR観測によるフロン・代替フロン類の長期変動

*中島 英彰[1,2]、武田 真憲[2,1]、村田 功[2]、杉田 考史[1]、長浜 智生[3]、森野 勇[1]、木名瀬 健[4] (1.国立研究開発法人　国立環境研究所、2.東北大学大学院環境科学研究科、3.名古屋大学宇宙地球環境研究所、4.気象研究所)

[AAS04-P33] 南米最南端部リオガジェゴスにおける2015-2017年のミリ波成層圏オゾン観測

*水野 亮[1]、關 博則[1]、長浜 智生[1]、大山 博史[2]、Salvador Jacobo[3]、Orte Facundo[3]、Wolfram Elian[3] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.国立環境研究所、3.レーザー応用技術研究所, UNIDEF アルゼンチン)

[J] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-AS 大気科学・気象学・大気環境

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_6

[A-AS04] 大気化学

コンビーナ:中山 智喜(長崎大学　大学院水産・環境科学総合研究科)、岩本 洋子(広島大学　生物圏科学研究科)、豊田 栄(東京工業大学物質理工学院)、江口 菜穂(Kyushu University)

[AAS04-P01] ひまわり8号データを用いたGOSAT衛星の雲判定精度の検証

*北村 克樹[1]、齋藤 尚子[2] (1.千葉大学大学院融合理工学府地球環境科学専攻、2.千葉大学環境リモートセンシング研究センター)

[AAS04-P02] 日本森林で産するキノコ胞子の氷晶核化温度測定

*北 和之[1]、佐々木 完斉[1]、南 光太郎[1]、木名瀬 健[2]、足立 光司[2]、財前 祐二[2]、保坂 健太郎[3]、牧 輝弥[4]、五十嵐 康人[1,5] (1.茨城大学、2.気象研究所、3.国立科学博物館、4.金沢大学、5.京都大学)

[AAS04-P03] **Investigation of Atmospheric Aerosol Particles and gases by R/V Mirai cruise over the Arctic Ocean on 2017**

*竹谷 文一[1]、加藤 咲[1,2]、宮川 拓真[1]、滝川 雅之[1]、山口 将大[1]、高島 久洋[1,2]、Petr Mordovskoi[1]、金谷 有剛[1] (1.海洋研究開発機構、2.福岡大学)

[AAS04-P04] Characterization of carbonaceous aerosols in East Asia in the spring of 2015: Importance of non-fossil fuel sources

*宮川 拓真[1]、駒崎 雄一[1]、竹谷 文一[1]、潘 小楽[2]、王 自発[2]、金谷 有剛[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.中国科学院大気物理研究所)

[AAS04-P05] **Analyzing the influence of biomass burning on ambient air pollution in mainland Southeast Asia from 2001 to 2016**

*Shuai Yin[1] (1.National Institute for Environmental Studies)

[AAS04-P06] High-resolution and multi-year inventory of mercury emissions from biomass burning in tropical continents during 2001–2017

*Yusheng Shi[1] (1.Aerospace Information Research Institute, Chinese Academy of Sciences)

[AAS04-P07] Simultaneous observations by sky radiometer and MAX-DOAS for characterization of biomass burning plumes in central Thailand in January-April 2016

*入江 仁士[1]、Syedul Hoque[1]、Alessandro Damiani[1]、Al Fatmi[1]、Pradeep Khatri[2]、高村 民雄[1]、Thanawat Jarupongsakul[3] (1.千葉大学、2.東北大学、3.チュラロンコン大学)

[AAS04-P08] Quantifying PM2.5 from long-range transport and local pollution in Taiwan during winter monsoon.

*Ming-Tung Chuang[1] (1.Research Center for Environmental Changes, Academia Sinica)

[AAS04-P09] 長崎県雲仙岳周辺での小型センサを用いた$PM_{2.5}$の高度依存性の観測

*中山 智喜[1]、上野 彩音[1]、鐘ヶ江 健太[1]、河本 和明[1]、馬越 孝道[1]、山崎 高幸[2]、岡本 渉[2]、松見 豊[2] (1.長崎大学　環境科学部、2.名古屋大学　宇宙地球環境研究所)

[AAS04-P10] Observation of NPF events at the summit of Mt. Fuji during daytime and nighttime

*五十嵐 博己[1]、佐藤 丈徳[1]、森 樹大[1]、三浦 和彦[1]、岩本 洋子[2]、和田 龍一[3]、加藤 俊吾[4]、大河内 博[5] (1.東京理科大学、2.広島大学、3.帝京科学大学、4.首都大学東京、5.早稲田大学)

[AAS04-P11] 大気中金属粒子のICP-MS観測とTEMによる個別粒子解析

*木名瀬 健[1]、足立 光司[1]、梶野 瑞王[1]、林 政彦[2]、原 圭一郎[2] (1.気象研究所、2.福岡大学)

[AAS04-P12] 単一粒子光消散法を用いた複素屈折率測定装置での実験結果

*高砂 裕也[1] (1.東京大学大学院　理学系研究科)

[AAS04-P13] **Evaluation of BC and CO emission inventory based on long-term in-situ observations over East Asia**

*Choi Yongjoo[1]、Kanaya Yugo [1]、Shin Hye-Jung [2]、Park Seung-Myong [2]、Matsuki Atsushi [3]、Sadanaga Yasuhiro[4]、Kim Sang-woo [5]、Uno Itsushi [6]、Pan Xiaole [7] (1.Development Center for Global Change, Japan Agency for Marine-

Earth Science and Technology、2.Division of Climate & Air Quality Research, National Institute of Environmental Research, Korea、3.Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University、4.Department of Applied Chemistry, Graduate School of Engineering, Osaka Prefecture University、5.School of Earth and Environmental Sciences, Seoul National University, Seoul, Korea、6.Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University、7.Institute of Atmospheric Physics, CAS, Beijing, China)

[AAS04-P14] **Inverse modeling of black carbon emissions over China using ensemble data assimilation**

*Ping Wang[1] (1. Chinese Academy of Meteorological Sciences)

[AAS04-P15] 逆推計を用いた東アジアにおけるBC排出量推定

*眞木 貴史[1]、田中 泰宙[1]、大島 長[1]、関山 剛[1]、近藤 圭一[1]、黒川 純一[2]、弓本 桂也[3]、大原 利眞[4] (1.気象研究所、2.アジア大気汚染研究センター、3.九州大学、4.国立環境研究所)

[AAS04-P16] 化学気候モデルによる北太平洋及び北極海における黒色炭素の起源推定と混合状態の考察

*大西 貴都[1]、須藤 健悟[1,2]、金谷 有剛[2]、竹谷 文一[2] (1.名古屋大学　大学院環境学研究科、2.海洋研究開発機構)

[AAS04-P17] $PM_{2.5}$モバイル計測器の性能評価と国道1号線および長崎大学周辺での測定

*鐘ヶ江 健太[1]、山崎 高幸[2]、岡本 渉[2]、松見 豊[2]、中山 智喜[1] (1.長崎大学、2.名古屋大学)

[AAS04-P18] Analysis on the Relationship between the Concentration of Particulate Matter and Mortality from Respiratory and Cardiovascular Diseases

*Woo-Sik JUNG[1]、Woo-Gon Do[2] (1.Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea、2.Busan Metropolitan City of Institute of Health and Environment Busan, Korea)

[AAS04-P19] A Study on the Estimation of Contribution Rate of Odour Substances Using CALPUFF model

*Woo-Sik JUNG[1]、Woo-Gon Do[2] (1.Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea、2.Busan Metropolitan City of Institute of Health and Environment Busan, Korea)

[AAS04-P20] 地表ガス成分濃度の急減少 ～3次元走査型コヒーレントドップラーライダーによる風観測と地上ガス成分観測～

*高島 久洋[1]、原 圭一郎[1]、大平 湧貴[1]、高見 昭憲[2]、吉野 彩子[2]、藤吉 康志[3] (1.福岡大学理学部、2.国立環境研究所 、3.北海道大学)

[AAS04-P21] 福岡都市圏における二酸化窒素（NO_2）の時空間変動
～小型装置を用いたMAX-DOAS法による多地点分光観測～

*植木 洸亘[1]、高島 久洋[1]、Martina Friedrich[2] (1.福岡大学理学部地球圏科学科、2.Belgian Institute for Space Aeronomy (BIRA-IASB))

[AAS04-P22] 対流圏二酸化窒素の三酸素同位体組成定量

*中川 書子[1]、丁 トウ[1]、角皆 潤[1]、山口 高志[2]、野口 泉[2] (1.名古屋大学 大学院環境学研究科、2.北海道立総合研究機構 環境科学研究センター)

[AAS04-P23] 陸別高分解能FTIRによる大気汚染物質の対流圏カラム平均混合比の長期変動観測

*長浜 智生[1]、森野 勇[2]、中西 慎吾[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.国立環境研究所)

[AAS04-P24] Impacts of Biogenic and Anthropogenic Emissions on Summertime Ozone Formation in the Guanzhong Basin, China

*Nan Li[1] (1.Nanjing University of Information Science & Technology)

[AAS04-P25] **インドネシア・ジャカルタ大都市圏周辺における温室効果ガス・大気汚染物質の総合観測プロジェクト**

*西橋 政秀[1]、向井 人史[1]、寺尾 有希夫[1]、橋本 茂[1]、Rizaldi Boer[2]、Muhammad Ardiansyah[2]、Bregas Budianto[2]、Gito Sugih Immanuel[2]、Adi Rakhman[2]、Rudi Nugroho[3]、Nawa Suwedi[3]、Agus Rifai[3]、Iif Miftahul Ihsan[3]、Anies Marufatin[3]、Albert Sulaiman[3]、Dodo Gunawan[4]、Eka Suharguniyawan[4]、Asep Firman Ilahi[4]、Muharam Syam Nugraha[4]、Ronald Christian Wattimena[4]、Bayu Feriaji[4]、Thomas Lauvaux[5]、小田 知宏[6] (1.国立環境研究所、2.ボゴール農科大学、3.インドネシア技術評価応用庁、4.インドネシア気象気候地球物理庁、5.LSCE、6.USRA/NASA)

[AAS04-P26] **Seasonality of short-term variations in atmospheric CH_4 observed at Hateruma and relationship with the reginal emissions from East Asia**

*Yasunori Tohjima[1]、Jiye Zeng[1]、Tomoko Shirai[1]、Akihiko Ito[1]、Motoki Sasakawa[1]、Toshinobu Machida[1] (1.National Institute for Environmental Studies)

[AAS04-P27] A cryogen-free automated measurement system of stable carbon isotope ratio of atmospheric methane

*Taku Umezawa[1]、Takuya Saito[1] (1.National Institute of Environmental Studies)

[AAS04-P28] Global inverse analysis of CH_4 fluxes using NICAM-TM 4D-Var

*丹羽 洋介[1,2]、伊藤 昭彦[1]、町田 敏暢[1]、笹川 基樹[1]、遠嶋 康徳[1]、梅澤 拓[1]、森本 真司[3]、青木 周司[3]、澤 庸介[2]、坪井 一寛[2]、松枝 秀和[2]、Ed Dlugokencky[4]、Christina Harth[5]、Paul Krummel[6]、Ray Langenfelds[6]、Zoe Loh[6]、Jens Mühle[5]、Simon O'Doherty[7]、Ronald Prinn[8]、Michel Ramonet[9]、Peter Salameh[5]、Colm Sweeney[4]、Ray Weiss[5]、Dickon Young[7]、Simona Castaldi[10,11]、Sergio Noce[12]、Marielle Saunois[9]、Ann Stavert[13] (1.国立環境研究所、2.気象研究所、3.東北大学、4.Earth System Research Laboratory, National Oceanic and Atmospheric Administration、5.Scripps Institution of Oceanography, University of California、6.Climate Science Centre, CSIRO Oceans and Atmosphere、7.School of Chemistry, University of Bristol、8.Massachusetts Institute of Technology、9.Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, LSCE-IPSL (CEA-CNRS-UVSQ)、10.DISTABIF, Università degli studi della Campania Luigi Vanvitelli、11.Department Landscape Design & Sustainable Ecosystems RUDN University、12.IAFES, Euro-Mediterranean Center on Climate Change、13.Global Carbon Project, CSIRO Oceans and Atmosphere)

[AAS04-P29] GOSAT/TANSO−FTSの熱赤外バンドの観測から得られた科学的成果

*齋藤 尚子[1]、小坂 真悟[1]、白木 雅人[1]、小林 陽菜子[1] (1.千葉大学環境リモートセンシング研究センター)

[AAS04-P30] **南鳥島における大気中CO_2濃度および炭素・酸素安定同位体比の連続観測**

*村山 昌平[1]、坪井 一寛[2]、石戸谷 重之[1]、松枝 秀和[2]、丹羽 洋介[3]、澤 庸介[2]、石島 健太郎[2]、古積 健太郎[4]、梅澤 研太[4]、雪田 一弥[4]、西田 重晴[4]、山本 めぐみ[4]、宇佐美 哲之[1]、森本 真司[5] (1.国立研究開発法人産業技術総合研究所、2.気象研究所、3.国立研究開発法人国立環境研究所、4.気象庁、5.東北大学)

[AAS04-P31] 気象庁観測所において観測された大気中ラドン濃度の変動

*石島 健太郎[1]、坪井 一寛[1]、松枝 秀和[1]、澤 庸介[1]、丹羽 洋介[2,1]、眞木 貴史[1]、中村 貴[3] (1.気象研究所、2.国立環境研究所、3.気象庁)

[AAS04-P32] 陸別・昭和基地・つくばにおける地上FTIR観測によるフロン・代替フロン類の長期変動

*中島 英彰[1,2]、武田 真憲[2,1]、村田 功[2]、杉田 考史[1]、長浜 智生[3]、森野 勇[1]、木名瀬 健[4] (1.国立研究開発法人　国立環境研究所、2.東北大学大学院環境科学研究科、3.名古屋大学宇宙地球環境研究所、4.気象研究所)

[AAS04-P33] 南米最南端部リオガジェゴスにおける2015-2017年のミリ波成層圏オゾン観測

*水野 亮[1]、關 博則[1]、長浜 智生[1]、大山 博史[2]、Salvador Jacobo[3]、Orte Facundo[3]、Wolfram Elian[3] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.国立環境研究所、3.レーザー応用技術研究所, UNIDEF アルゼンチン)

[J] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-AS 大気科学・気象学・大気環境

15:30 ~ 17:00 | 103 1F

[A-AS04] 大気化学

コンビーナ:中山 智喜(長崎大学　大学院水産・環境科学総合研究科)、岩本 洋子(広島大学　生物圏科学研究科)、豊田 栄(東京工業大学物質理工学院)、江口 菜穂(Kyushu University)、座長:中島 英彰(国立環境研究所)

15:30 ~ 16:00

[AAS04-28] 惑星大気 - 火星・金星 -

★招待講演

*前澤 裕之[1] (1.大阪府立大学大学院理学系研究科物理科学科)

16:00 ~ 16:15

[AAS04-29] フーリエ変換型赤外分光計を用いた地上観測によるつくば上空メタン高度分布の精度検証

代 友輝[2]、*村田 功[1]、中島 英彰[3]、森野 勇[3] (1.東北大学大学院環境科学研究科、2.東北大学大学院理学研究科、3.国立環境研究所)

16:15 ~ 16:30

[AAS04-30] Retrieval of HFC-23 from FTIR observations at Syowa Station, Rikubetsu and Tsukuba

*武田 真憲[1,2]、中島 英彰[2,1]、村田 功[1]、長浜 智生[3]、森野 勇[2] (1.東北大学 大学院環境科学研究科、2.国立環境研究所 地球環境研究センター、3.名古屋大学 宇宙地球環境研究所)

16:30 ~ 16:45

[AAS04-31] 全球大気光化学場における雲分布の役割

*松田 涼樹[1]、須藤 健悟[1,2] (1.名古屋大学大学院環境学研究科地球環境科学専攻、2.海洋研究開発機構)

16:45 ~ 17:00

[AAS04-32] 成層圏・対流圏オゾン交換の全球分布と経年変動の推定：気候場変動の影響

*須藤 健悟[1,2]、Xin Li[1] (1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.海洋研究開発機構)

[E] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-OS 海洋科学・海洋環境

10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_2

[A-OS07] 季節内から十年規模の気候変動と予測可能性

コンビーナ:望月 崇(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、V Ramaswamy(NOAA GFDL)、Doug Smith(Met Office)、森岡 優志(海洋研究開発機構)

[AOS07-P01] Changes in North American and European Heatwave Characteristics

*Szandra A. Peter[1]、Ben Kirtman[1] (1.Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science)

[AOS07-P02] **The effects of the "New Climate" Warming on Western Mediterranean: Situation of the Recent Extreme Events**

*Mohammed-Said KARROUK[1] (1.Hassan II University of Casablanca)

[AOS07-P03] **Month-to-month Difference of the Western Pacific Subtropical High Simulated by CMIP5 Models**

*Xiao Dong[1]、Renping Lin[1] (1.Institute of Atmospheric Physics)

[AOS07-P04] Potential regulation on the climatic effect of Tibetan Plateau heating by tropical air–sea coupling

*Ziqian Wang[1]、Anmin Duan[2]、Song Yang[1] (1.School of Atmospheric Sciences, Sun Yat-sen University、2.Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences)

[AOS07-P05] Intraseasonal variation of the South Asian high and its role in connecting the Indian and East Asian summer monsoons

*Wei Wei[1] (1.Sun Yat-sen University)

[AOS07-P06] Mean Surface Air Temperatures in Japan - Regional Classification and Interranual Variability

*Pascal Oettli[1]、Masami Nonaka[1]、Swadhin Behera[1] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

[AOS07-P07] Inter-Annual Variability of the Indonesian Rainfall and Air-Sea Interaction over the Indian-Pacific Ocean Associated with Regime Shift

*Murni Ngestu Nurutami[1]、Tadahiro Hayasaka[1] (1.Center for Atmospheric and Oceanic Studies, Graduate School of Science, Tohoku University)

[AOS07-P08] Exploring synoptic-scale drivers of interannual rainfall variability over Africa

*Piotr Wolski[1]、Chris Jack[1]、Waarith Abrahams[1]、Stefaan Conradie[1] (1.University of Cape Town)

[AOS07-P09] **Effect of El Niño on the response ratio of Hadley circulation to different SST meridional structures**

*Juan Feng[1] (1.Beijing Normal University)

[AOS07-P10] **Novel data-driven approach for ENSO prediction**

*Dmitri Kondrashov[1]、Evgeniy Loskutov[2]、Andrei Gavrilov[2]、Dmitry Mukhin[2]、Alexander Feigin[2] (1.University of California, Los Angeles, United States、2.Institute of Applied Physics of the Russian Academy of Sciences, Nizhny Novgorod, Russian Federation)

[AOS07-P11] Experimental seasonal climate prediction using CFES: Comparison with the SINTEX-F systems

*小守 信正[1]、田口 文明[2]、吉田 聡[3,1]、土井 威志[1]、野中 正見[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.東京大学先端科学技術研究センター、3.京都大学防災研究所)

[AOS07-P12] Exploring the SST error growth during ENSO developing phase by using BCC_CSM1.1(m)

*Ben Tian[1]、Hongli Ren[1] (1.National Climate Center, China Meteorological Administration)

[AOS07-P13] Role of sea-ice initialization in climate predictability over the Weddell Sea

*森岡 優志[1]、土井 威志[1]、Doroteaciro Iovino[2]、Simona Masina[2]、Swadhin Behera[1] (1.海洋研究開発機構、2.Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC))

[AOS07-P14] Observed and hindcasted subdecadal variability of the tropical Pacific climate

*望月 崇[1]、渡部 雅浩[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.東京大学大気海洋研究所)

[E] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-OS 海洋科学・海洋環境

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_7

[A-OS07] 季節内から十年規模の気候変動と予測可能性

コンビーナ:望月 崇(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、V Ramaswamy(NOAA GFDL)、Doug Smith(Met Office)、森岡 優志(海洋研究開発機構)

[AOS07-P01] Changes in North American and European Heatwave Characteristics

*Szandra A. Peter[1]、Ben Kirtman[1] (1.Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science)

[AOS07-P02] **The effects of the "New Climate" Warming on Western Mediterranean: Situation of the Recent Extreme Events**

*Mohammed-Said KARROUK[1] (1.Hassan II University of Casablanca)

[AOS07-P03] **Month-to-month Difference of the Western Pacific Subtropical High Simulated by CMIP5 Models**

*Xiao Dong[1]、Renping Lin[1] (1.Institute of Atmospheric Physics)

[AOS07-P04] Potential regulation on the climatic effect of Tibetan Plateau heating by tropical air–sea coupling

*Ziqian Wang[1]、Anmin Duan[2]、Song Yang[1] (1.School of Atmospheric Sciences, Sun Yat-sen University、2.Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences)

[AOS07-P05] Intraseasonal variation of the South Asian high and its role in connecting the Indian and East Asian summer monsoons

*Wei Wei[1] (1.Sun Yat-sen University)

[AOS07-P06] Mean Surface Air Temperatures in Japan - Regional Classification and Interranual Variability

*Pascal Oettli[1]、Masami Nonaka[1]、Swadhin Behera[1] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

[AOS07-P07] Inter-Annual Variability of the Indonesian Rainfall and Air-Sea Interaction over the Indian-Pacific Ocean Associated with Regime Shift

*Murni Ngestu Nurutami[1]、Tadahiro Hayasaka[1] (1.Center for Atmospheric and Oceanic Studies, Graduate School of Science, Tohoku University)

[AOS07-P08] Exploring synoptic-scale drivers of interannual rainfall variability over Africa

*Piotr Wolski[1]、Chris Jack[1]、Waarith Abrahams[1]、Stefaan Conradie[1] (1.University of Cape Town)

[AOS07-P09] **Effect of El Niño on the response ratio of Hadley circulation to different SST meridional structures**

*Juan Feng[1] (1.Beijing Normal University)

[AOS07-P10] **Novel data-driven approach for ENSO prediction**

*Dmitri Kondrashov[1]、Evgeniy Loskutov[2]、Andrei Gavrilov[2]、Dmitry Mukhin[2]、Alexander Feigin[2] (1.University of California, Los Angeles, United States、2.Institute of Applied Physics of the Russian Academy of Sciences, Nizhny Novgorod, Russian Federation)

[AOS07-P11] Experimental seasonal climate prediction using CFES: Comparison with the SINTEX-F systems

*小守 信正[1]、田口 文明[2]、吉田 聡[3,1]、土井 威志[1]、野中 正見[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.東京大学先端科学技術研究センター、3.京都大学防災研究所)

[AOS07-P12] Exploring the SST error growth during ENSO developing phase by using BCC_CSM1.1(m)

*Ben Tian[1]、Hongli Ren[1] (1.National Climate Center, China Meteorological Administration)

[AOS07-P13] Role of sea-ice initialization in climate predictability over the Weddell Sea

*森岡 優志[1]、土井 威志[1]、Doroteaciro Iovino[2]、Simona Masina[2]、Swadhin Behera[1] (1.海洋研究開発機構、2.Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC))

[AOS07-P14] Observed and hindcasted subdecadal variability of the tropical Pacific climate

*望月 崇[1]、渡部 雅浩[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.東京大学大気海洋研究所)

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-OS 海洋科学・海洋環境

13:45 ~ 15:15 | 105 1F

[A-OS07] 季節内から十年規模の気候変動と予測可能性

コンビーナ:望月 崇(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、V Ramaswamy(NOAA GFDL)、Doug Smith(Met Office)、森岡 優志(海洋研究開発機構)、座長:V Ramaswamy(NOAA GFDL)、望月 崇(海洋研究開発機構)

13:45 ~ 14:00

[AOS07-01] Seasonal Predictions of Tropical Cyclones in 2018 using GFDL and NICAM High-Resolution Global Models

★Invited Papers

*村上 裕之[1,2]、中野 満寿男[3]、V Ramaswamy[1]、Thomas Delworth[1]、Sarah Kapnick[1]、Rich Gudgel[1]、望月 崇[3]、土井 威志[3]、森岡 優志[3] (1.地球流体学研究所、2.大気研究大学連盟、3.海洋研究開発機構)

14:00 ~ 14:15

[AOS07-02] **Future change of tropical cyclone-induced waves in the Indian Ocean; An analysis based on super-high-resolution MRI-AGCM3.2 climate model**

*Bahareh Kamranzad[1,2]、Nobuhito Mori[1] (1.Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University、2.Hakubi Center for Advanced Research, Kyoto University)

14:15 ~ 14:30

[AOS07-03] The ocean-coupled global cloud-resolving modeling era

★Invited Papers

*宮川 知己[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

14:30 ~ 14:45

[AOS07-04] Westerly Wind Burst (WWB)/Easterly Wind Surge (EWS)-like stochastic forcing and the effects on ENSO prediction by the SINTEX-F system

*土井 威志[1]、Swadhin Behera[1]、山形 俊男[1] (1.JAMSTEC)

14:45 ~ 15:00

[AOS07-05] **The life-cycle of annual waves in the Pacific Ocean as identified by a seamless diagnosis for the energy flux**

*相木 秀則[1]、志村 貴寛[2] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.名古屋大学大学院環境学研究科)

15:00 ~ 15:15

[AOS07-06] 気象研究所における弱結合同化システムの開発とその評価

★招待講演

*藤井 陽介[1]、小林 ちあき[1]、石橋 俊之[1]、高谷 祐平[1] (1.気象庁気象研究所)

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-OS 海洋科学・海洋環境

15:30 ~ 17:00 | 105 1F

[A-OS07] 季節内から十年規模の気候変動と予測可能性

コンビーナ:望月 崇(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、V Ramaswamy(NOAA GFDL)、Doug Smith(Met Office)、森岡 優志(海洋研究開発機構)、座長:森岡 優志(海洋研究開発機構)、望月 崇(海洋研究開発機構)

15:30 ~ 15:45

[AOS07-07] Decadal variability and predictability of the North Atlantic Oscillation

★Invited Papers

*Rosemary Eade[1,2]、David Stephenson[2]、Doug Smith[1]、Adam Scaife[1,2]、Leon Hermanson[1]、Nick Dunstone[1] (1.Met Office Hadley Centre、2.University of Exeter)

15:45 ~ 16:00

[AOS07-08] Seasonal to multi-year climate predictability in a climate model MIROC6

*片岡 崇人[1]、建部 洋晶[1]、小山 博司[1]、望月 崇[1] (1.研究開発法人　海洋研究開発機構)

16:00 ~ 16:15

[AOS07-09] Identifying the early 2000s hiatus associated with internal climate variability

*Xin-Gang Dai[1]、Ping Wang[2] (1.Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences、2.Chinese Academy of Meteorological Sciences)

16:15 ~ 16:30

[AOS07-10] Decadal Evolution of the Surface Energy Budget during the Fast Warming and Global Warming Hiatus Periods in the ERA-Interim

*XIAOMING HU[1] (1.Sun Yat-sen University)

16:30 ~ 16:45

[AOS07-11] The role of ocean variability for multi-year droughts in Australia

*Andrea Taschetto[1,2]、Alex Sen Gupta[1,2]、Caroline C Ummenhofer[3]、Matthew H England[1,2] (1.Climate Change Research Centre, University of New South Wales, Sydney, Australia、2.ARC Centre of Excellence for Climate Extremes, University of New South Wales, Sydney, Australia、3.Department of Physical Oceanography, Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, MA, USA)

16:45 ~ 17:00

[AOS07-12] Decadal variability and predictability in the Southern Ocean - implications for interpreting recent observed trends

★Invited Papers

*Liping Zhang[1,2]、Thomas L Delworth[2]、William Cooke[2,3]、Xiaosong Yang[2,3] (1.Princeton University、2.Geophysical Fluid Dynamics Laboratory、3.UCAR)

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-OS 海洋科学・海洋環境

9:00 ~ 10:30 | 105 1F

[A-OS10] Atlantic climate variability, and its global impacts and predictability

コンビーナ:Ingo Richter(JAMSTEC Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)、時長 宏樹(九州大学応用力学研究所)、Noel S Keenlyside(Geophysical Institute Bergen)、Carlos R Mechoso(University of California Los Angeles)、座長:時長 宏樹(京都大学白眉センター)、Ingo Richter

9:00 ~ 9:15

[AOS10-01] Atlantic impacts on the tropical Pacific climate in the 2000s

*望月 崇[1]、渡部 雅浩[2]、木本 昌秀[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.東京大学大気海洋研究所)

9:15 ~ 9:30

[AOS10-02] Recent acceleration of Arabian Sea warming induced by the Atlantic-western Pacific trans-basin multidecadal variability

*Cheng Sun[1] (1.Beijing Normal University)

9:30 ~ 9:45

[AOS10-03] **Westward Wind Changes over the Tropical and Mid-latitude Pacific in the Past Three Decades Driven by the Inter-basin Teleconnections**

★Invited Papers

*Xichen Li[1] (1.Institute of Atmospheric Physics)

9:45 ~ 10:00

[AOS10-04] On the Usefulness of the Atlantic Multidecadal Oscillation Index for Identifying Origins of North Atlantic Sea Surface Temperature Variability

*Jing Sun[1,2]、Mojib Latif[1,3]、Wonsun Park[1]、Taewook Park[1,4] (1.GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel、2.Ocean University of China、3.University of Kiel、4.Korea Polar Research Institute)

10:00 ~ 10:15

[AOS10-05] Atlantic Multidecadal SST Signal Modulated by the Low-Frequency Mixed Layer Depth Variability

*Ayako Yamamoto[1]、Hiroaki Tatebe[1]、Masami Nonaka[1] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

10:15 ~ 10:30

[AOS10-06] A High-Resolution Future Wave Climate Projection for the Northwestern Atlantic

*Adrean Webb[1]、Tomoya Shimura[1]、Nobuhito Mori[1] (1.Kyoto University, Disaster Prevention Research Institute)

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-OS 海洋科学・海洋環境

10:45 ~ 12:15 | 105 1F

[A-OS10] Atlantic climate variability, and its global impacts and predictability

コンビーナ:Ingo Richter(JAMSTEC Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)、時長 宏樹(九州大学応用力学研究所)、Noel S Keenlyside(Geophysical Institute Bergen)、Carlos R Mechoso(University of California Los Angeles)、座長:Ingo Richter、時長 宏樹(京都大学白眉センター)

10:45 ~ 11:00

[AOS10-07] Tropical Atlantic Impact on ENSO predictability

★Invited Papers

*Belen Rodriguez-Fonseca[1,2]、Irene - Polo[1]、Elsa - Mohino[1]、Teresa - Losada[1]、Marta - Martin-Rey[5]、Roberto - Mechoso[3]、Noel - Keenlyside[4] (1.Department of Physics of the Earth and Astrophysics, UCM, Madrid, Spain、2.Institute of Geosciences, IGEO, UCM-CSIC, Madrid, Spain、3.Department of Atmospheric and Oceanic Sciences, UCLA, Los Angeles, USA、4.Geophysical Institute, University of Bergen, Norway、5.Instituto de Ciencias del Mar, Barcelona, Spain)

11:00 ~ 11:15

[AOS10-08] **Interannual variability of Antarctic Intermediate Water in the tropical North Atlantic**

*Yao Fu[1]、Chunzai Wang[1]、Peter Brandt[2,3]、Richard J. Greatbatch[2,3] (1.State Key Laboratory of Tropical Oceanography, South China Sea Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, China、2.GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel, Kiel, Germany 、3.Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel, Germany)

11:15 ~ 11:30

[AOS10-09] **Understanding the mechanisms of the Atlantic meridional climate variability**

*Hyacinth C Nnamchi[1]、Riccardo Farneti[2]、Noel S Keenlyside[3]、Fred Fred Kucharski[2]、Mojib Latif[1] (1.GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel, Kiel, Germany、2.Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, Trieste, Italy、3.Geophysical Institute, University of Bergen, and Bjerknes Centre for Climate Research, Bergen, Norway)

11:30 ~ 11:45

[AOS10-10] The corss-equatorical gradient variability: The role of heat, momentum, and freshwater flux

*片岡 崇人[1] (1.研究開発法人　海洋研究開発機構)

11:45 ~ 12:00

[AOS10-11] Generation mechanisms of the Benguela Nino with a focus on local amplification

*東塚 知己[1]、小林 諒[1] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)

12:00 ~ 12:15

[AOS10-12] **Seasonal energy analysis for baroclinic waves in equatorial Atlantic through a diagnostic scheme for energy flux**

*Qingyang Song[1]、Hidenori AIKI[1] (1.Institute of space-earth environmental research, Nagoya University)

[E] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-OS 海洋科学・海洋環境

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_4

[A-OS10] Atlantic climate variability, and its global impacts and predictability

コンビーナ:Ingo Richter(JAMSTEC Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)、時長 宏樹(九州大学応用力学研究所)、Noel S Keenlyside(Geophysical Institute Bergen)、Carlos R Mechoso(University of California Los Angeles)

[AOS10-P01] The strengthening of Amazonian precipitation during the wet season driven by tropical sea surface temperature forcing

*Xinyue Wang[1]、Xichen Li[1]、Jiang Zhu[1]、Clemente A S Tanajura[2] (1.Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences、2.Institute of Physics, Federal University of Bahia, Salvador, Brazil)

[AOS10-P02] **Linear inverse modeling of the tropical Atlantic**

*Ingo Richter[1]、Ping Chang[2] (1.JAMSTEC Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、2.Texas A&M University)

[AOS10-P03] Relationships Among Inter-model Spread and Biases in Tropical Atlantic Sea Surface Temperatures

Elsa - Mohino Harris[1]、*Belen Rodriguez-Fonseca[1,2]、Teresa - Losada[1]、Irene - Polo[1]、Roberto - Mechoso[3] (1.Department of Physics of the Earth and Astrophysics, Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid, Spain.、2.Institute of Geosciences IGEO,UCM-CSIC, 28040, Madrid, Spain.、3.Department of Atmospheric and Oceanic Sciences, UCLA, Los Angeles, USA)

[AOS10-P04] **Revisiting the CMIP5 Thermocline in the Equatorial Pacific and Atlantic Oceans**

Antonio - Castaño[1,2]、Elsa - Mohino[1]、*Belen Rodriguez-Fonseca[1,2]、Teresa - Losada[1] (1.Department of Physics of the Earth and Astrophysics, Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid, Spain.、2.Institute of Geosciences, IGEO, UCM-CSIC 28040, Madrid, Spain.)

[AOS10-P05] Lagged Effects of North Atlantic SST Anomalies on Weather in Remote Areas

*Natalia Gnatiuk[1]、Timo Vihma[2]、Leonid Bobylev[1] (1.Nansen International Environmental and Remote Sensing Centre、2.Finnish Meteorological Institute)

[AOS10-P06] **SST anomalies in the northern tropical Atlantic as a negative feedback to ENSO development**

*Ingo Richter[1]、Hiroki Tokinaga[2]、Yu Kosaka[3]、Takeshi Doi[1] (1.JAMSTEC Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、2.Kyoto University、3.University of Tokyo)

[E] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-OS 海洋科学・海洋環境

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_8

[A-OS10] Atlantic climate variability, and its global impacts and predictability

コンビーナ:Ingo Richter(JAMSTEC Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)、時長 宏樹(九州大学応用力学研究所)、Noel S Keenlyside(Geophysical Institute Bergen)、Carlos R Mechoso(University of California Los Angeles)

[AOS10-P01] The strengthening of Amazonian precipitation during the wet season driven by tropical sea surface temperature forcing

*Xinyue Wang[1]、Xichen Li[1]、Jiang Zhu[1]、Clemente A S Tanajura[2] (1.Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences、2.Institute of Physics, Federal University of Bahia, Salvador, Brazil)

[AOS10-P02] **Linear inverse modeling of the tropical Atlantic**

*Ingo Richter[1]、Ping Chang[2] (1.JAMSTEC Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、2.Texas A&M University)

[AOS10-P03] Relationships Among Inter-model Spread and Biases in Tropical Atlantic Sea Surface Temperatures

Elsa - Mohino Harris[1]、*Belen Rodriguez-Fonseca[1,2]、Teresa - Losada[1]、Irene - Polo[1]、Roberto - Mechoso[3] (1.Department of Physics of the Earth and Astrophysics, Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid, Spain.、2.Institute of Geosciences IGEO,UCM-CSIC, 28040, Madrid, Spain.、3.Department of Atmospheric and Oceanic Sciences, UCLA, Los Angeles, USA)

[AOS10-P04] **Revisiting the CMIP5 Thermocline in the Equatorial Pacific and Atlantic Oceans**

Antonio - Castaño[1,2]、Elsa - Mohino[1]、*Belen Rodriguez-Fonseca[1,2]、Teresa - Losada[1] (1.Department of Physics of the Earth and Astrophysics, Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid, Spain.、2.Institute of Geosciences, IGEO, UCM-CSIC 28040, Madrid, Spain.)

[AOS10-P05] Lagged Effects of North Atlantic SST Anomalies on Weather in Remote Areas

*Natalia Gnatiuk[1]、Timo Vihma[2]、Leonid Bobylev[1] (1.Nansen International Environmental and Remote Sensing Centre、2.Finnish Meteorological Institute)

[AOS10-P06] **SST anomalies in the northern tropical Atlantic as a negative feedback to ENSO development**

*Ingo Richter[1]、Hiroki Tokinaga[2]、Yu Kosaka[3]、Takeshi Doi[1] (1.JAMSTEC Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、2.Kyoto University、3.University of Tokyo)

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-HW 水文・陸水・地下水学・水環境

9:00 ~ 10:30 | 201B 2F

[A-HW22] 流域の物質輸送と栄養塩循環ー源流域から沿岸海域までー

コンビーナ:小林 政広(国立研究開発法人森林研究・整備機構　森林総合研究所)、吉川 省子(農業・食品産業技術総合研究機構　農業環境変動研究センター)、安元 純(琉球大学　農学部　地域農業工学科)、Adina Paytan(University of California Santa Cruz)、座長:Adina Paytan(University of California, Santa Cruz)

9:00 ~ 9:15

[AHW22-06] 沿岸食物網における底生無脊椎動物群集の多様性と統合栄養位置（*i*TP）の関係：「栄養位置の多様性仮説」の検証

*奥田 昇[1]、苅部 甚一[2]、酒井 陽一郎[3]、武山 智博[4]、陀安 一郎[1]、由水 千景[1]、永田 俊[5] (1.総合地球環境学研究所、2.近畿大学、3.琵琶湖環境科学研究センター、4.岡山理科大学、5.東京大学)

9:15 ~ 9:30

[AHW22-07] The analysis of the community composition of riverine bacteria and microalgae in relation to nutrient status and diversity: the case in irrigation season in the Yasu River, Japan

*池谷 透[1]、石田 卓也[1]、上原 佳敏[1]、淺野 悟史[2]、陀安 一郎[1]、奥田 昇[1]、潮 雅之[3,4,5]、藤永 承平[4]、Chia-Ying Ko[6]、Elfritzson Peralta[7]、石川 尚人[8]、岩田 智也[9] (1.総合地球環境学研究所、2.滋賀県琵琶湖環境科学研究センター、3.京都大学白眉センター、4.京都大学生態学研究センター、5.さきがけ 科学技術振興機構、6.National Taiwan University、7.University of Santo Tomas、8.海洋研究開発機構生物地球化学研究分野、9.山梨大学生命環境学部)

9:30 ~ 9:45

[AHW22-08] **Multiple stressors and protection efforts in highly urbanized watersheds in the Philippines**

*Elfritzson M. Peralta[1,3]、Leocris S. Batucan Jr.[4,6]、Alexis E. Belen[2,3]、Irisse Bianca B. De Jesus[1,3]、Takuya Ishida[5]、Chia-Ying Ko[7]、Yuki Kobayashi[5]、Tohru Ikeya[5]、Yoshitoshi Uehara[5]、Tomoya Iwata[8]、Adelina S. Borja[9]、Jonathan Carlo A. Briones[1,2,3]、Francis S. Magbanua[4]、Rey Donne S. Papa[1,2,3]、Noboru Okuda[5] (1.Research Center for the Natural and Applied Sciences, University of Santo Tomas, PH、2.Department of Biological Sciences, University of Santo Tomas, PH、3.The Graduate School, University of Santo Tomas, PH、4.Institute of Biology, University of the Philippines Diliman, PH、5.Research Institute for Humanity and Nature, JP、6.Academia Sinica and Department of Life Science, National Taiwan Normal University, TW、7.Institute of Fisheries Science and Department of Life Science, National Taiwan University, TW、8.Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Yamanashi, JP、9.Resource Management and Development Department, Laguna Lake Development Authority, PH)

9:45 ~ 10:00

[AHW22-09] ベトナム中部の野菜畑における浅層地下水のアンモニア態窒素汚染

★招待講演

*前田 守弘[1]、藤村 拓也[1]、Hoang Ngoc Tuong Van [2]、井上 大介[3]、近森 秀高[1]、兵藤 不二夫[1] (1.岡山大学、2.フエ大学、3.大阪大学)

10:00 ~ 10:15

[AHW22-10] Modelling nutrient and organic waste behaviour in a tropical wetland in Singapore under projected anthropogenic scenarios

*Swee Yang Edmund Low[1]、Dong Eon Kim[1]、Canh Tien Trinh Nguyen[1]、Yixiong Cai、Shie-Yui Liong[1] (1.National University of Singapore)

10:15 ~ 10:30

[AHW22-11] **Benthic macroinvertebrate assemblages and water quality reflect the impacts of land use and land cover in Marikina Watershed, Philippines**

*Julie - An N. Gregorio[1,2]、Elfritzson M. Peralta[3,5]、Irisse Bianca B. de Jesus[3,5]、Tohru Ikeya[6]、Jonathan Carlo A. Briones[3,4,5]、Rey Donne S. Papa[3,4,5]、Francis S. Magbanua[1]、Noboru Okuda[6] (1.Institute of Biology, University of the Philippines, Diliman, Quezon City, 1101 Philippines、2.Institute of Environmental Science and Meteorology, University of the Philippines, Diliman, Quezon City 1101 Philippines、3.Research Center for the Natural and Applied Sciences, University of Santo Tomas, España Boulevard, Manila, 1015, Philippines、4.Department of Biological Sciences, University of Santo Tomas, España Boulevard, Manila, 1015, Philippines、5.The Graduate School, University of Santo Tomas, España Boulevard, Manila, 1015, Philippines、6.Research Institute for Humanity and Nature, 457-4 Motoyama, Kamigamo, Kyoto, 603-8047, Japan)

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-HW 水文・陸水・地下水学・水環境

10:45 ~ 12:15 | 201B 2F

[A-HW22] 流域の物質輸送と栄養塩循環ー源流域から沿岸海域までー

コンビーナ:小林 政広(国立研究開発法人森林研究・整備機構　森林総合研究所)、吉川 省子(農業・食品産業技術総合研究機構　農業環境変動研究センター)、安元 純(琉球大学　農学部　地域農業工学科)、Adina Paytan(University of California Santa Cruz)、座長:安元 純(琉球大学　農学部　地域農業工学科)

10:45 ~ 11:00

[AHW22-12] **Characterization, distribution and degradation of environmental plastics in inland river system of Mongolia**

*Batdulam Battulga[1]、Masayuki Kawahigashi[1]、Bolormaa Oyuntsetseg[2] (1.Department of Geography, Tokyo Metropolitan University, Tokyo, 192-0397, Japan 、2.Department of Chemistry, National University of Mongolia, Ulaanbaatar, 210646, Mongolia)

11:00 ~ 11:15

[AHW22-13] Multi-site and multi-approach sediment transport modeling in tropical watersheds

★Invited Papers

*Assefa M Melesse[1]、Alemu Osore Aga[2]、Hagos Gebreselassie[2] (1.Florida International University、2.Addis Ababa University)

11:15 ~ 11:30

[AHW22-14] 流域土地利用モデルによるSS濃度係数の算出

*吉川 省子[1]、馬 東来[1,2]、齋藤 忠将[1,3]、松森 堅治[4]、伊藤 優子[5]、小林 政広[5] (1.農業・食品産業技術総合研究機構　農業環境変動研究センター、2.筑波大学大学院、3.茨城大学農学部、4.農業・食品産業技術総合研究機構　西日本農業研究センター、5.国立研究開発法人　森林研究・整備機構森林総合研究所)

11:30 ~ 11:45

[AHW22-15] Evaluation of long term variation in water balance and discharge of sediment and nitrogen in the urbanized catchment of Yamato River, using SWAT model

*王 崑陽[1,2]、清水 裕太[3]、小野寺 真一[1]、齋藤 光代[4]、友澤 裕介[1] (1.広島大学、2.首都師範大学、3.農研機構、4.岡山大学)

11:45 ~ 12:00

[AHW22-16] Causal correlation between water-use of the Tedori River and coastal erosion of Chirihama Nagisa Driveway, Ishikawa, Japan

*百瀬 年彦[1] (1.石川県立大学)

12:00 ~ 12:15

[AHW22-17] セレンガ河における元素動態への懸濁粒子の役割

★招待講演

*川東 正幸[1]、Orgilbold Myangan[2]、Bolormaa Oyuntsetseg[2] (1.首都大学東京、2.モンゴル国立大学)

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-HW 水文・陸水・地下水学・水環境

13:45 ~ 15:15 | 201B 2F

[A-HW22] 流域の物質輸送と栄養塩循環ー源流域から沿岸海域までー

コンビーナ:小林 政広(国立研究開発法人森林研究・整備機構　森林総合研究所)、吉川 省子(農業・食品産業技術総合研究機構　農業環境変動研究センター)、安元 純(琉球大学　農学部　地域農業工学科)、Adina Paytan(University of California Santa Cruz)、座長:吉川 省子(国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 農業環境変動研究センター)

13:45 ~ 14:00

[AHW22-18] Relationship between topographical characteristics in catchment area and dissolved iron concentration of river in permafrost area

*田代 悠人[1]、楊 宗興[1]、白岩 孝行[2]、大西 健夫[3] (1.東京農工大学、2.北海道大学、3.岐阜大学)

14:00 ~ 14:15

[AHW22-19] Water Source Zones and Hydrochemical Properties of Fluoride Water in Mt. Meru Watershed, Tanzania

*中屋 眞司[1]、高田 遼吾[1]、安元 純[2]、吉谷 純一[1]、ルゴディシャ イノセント[3]、ルインボ ズベリ[3]、コマケッチ ハンス[4]、モレル トーマス[5] (1.信州大学工学部水環境・土木工学科、2.琉球大学農学部地域農業工学科、3.ネルソンマンデラ科学技術大学、4.ネルソンマンデラ科学技術大学ワイズフューチャー、5.タンザニアさくら女子中学)

14:15 ~ 14:30

[AHW22-20] 水質総負荷量の計測システム開発とその適用例

★招待講演

*高瀬 恵次[1]、伊藤 優子[2] (1.石川県立大学、2.国立研究開発法人　森林総合研究所)

14:30 ~ 14:45

[AHW22-21] Water infiltration and uptake around a Japanese cypress growing on a flat upland

*小林 政広[1]、小野寺 真一[2]、伊藤 優子[1]、阪田 匡司[1] (1.国立研究開発法人森林研究・整備機構　森林総合研究所、2.広島大学大学院総合科学研究科)

14:45 ~ 15:00

[AHW22-22] **Innovative Rainfall Simulator Design for Moving Storm Scenarios with Different Storm Patterns**

*RAVI KUMAR MEENA[1]、SUMIT SEN[2] (1.M.Tech Student, Department of Hydrology, Indian Institute of Technology Roorkee, Roorkee, Uttarakhand, India、2. Associate Professor, Department of Hydrology, Indian Institute of Technology Roorkee, Roorkee, Uttarakhand, India)

[E] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-HW 水文・陸水・地下水学・水環境

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_5

[A-HW22] 流域の物質輸送と栄養塩循環ー源流域から沿岸海域までー

コンビーナ:小林 政広(国立研究開発法人森林研究・整備機構　森林総合研究所)、吉川 省子(農業・食品産業技術総合研究機構　農業環境変動研究センター)、安元 純(琉球大学　農学部　地域農業工学科)、Adina Paytan(University of California Santa Cruz)

[AHW22-P01] 過剰リン酸塩はコユビミドリイシ稚サンゴの骨格形成を阻害する

飯島 真理子[1]、*安元 剛[1]、安元 純[2]、廣瀬 美奈[3]、神保 充[1]、渡部 終五[1] (1.北里大学海洋生命科学部、2.琉球大学農学部、3.トロピカルテクノプラス)

[AHW22-P02] Modeling chlorophyll-a concentration using remote sensing in shallow water systems: Comparison of sensors

*Assefa M Melesse[1]、Tara Blakey[1]、Mohammad Haji Gholizadeh[1]、 Mohd Manzar Abbas[1] (1.Florida International University)

[AHW22-P03] 島嶼沿岸地下水における季節的な水位変動にともなう流動系の変動について

*友澤 裕介[1]、小野寺 真一[1]、齋藤 光代[2] (1.広島大学大学院総合科学研究科、2.岡山大学大学院環境生命科学研究科)

[AHW22-P04] **The Tracing of Groundwater Contamination Sources in Indonesian Coastal Alluvial Groundwater using $\delta^{34}S$ and $\delta^{15}N$ Isotopes**

*Anna Fadliah Rusydi[1,4]、Mitsuyo Saito[2]、Seiichiro Ioka[3]、Shin-ichi Onodera[1] (1.Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University, Japan、2.Graduate School of Environmental and Life Sciences, Okayama University, Japan、3.Research Institute for Sustainable Energy, Hirosaki University, Japan、4.Research Center for Geotechnology, Indonesian Institute of Sciences, Indonesia)

[AHW22-P05] Spatio-temporal dynamics of orthophosphate with implications for limitation of phytoplankton growth in north basin of Lake Biwa, Japan

*Xin Liu[1]、Rong Yi[1]、Masahiro Maruo[1]、Syuhei Ban[1] (1.The University of Shiga Prefecture)

[AHW22-P06] 次世代シーケンサーを用いた琉球石灰岩帯水層中における微生物相解析

*村尾 海[1]、安元 純[1]、安元 剛[3]、廣瀬 美奈[2]、水澤 奈々美[3]、井口 亮[4]、ラザフィンラベ バム[5]、渡邊 終五[3] (1.琉球大学農学部　地域農業工学科、2.トロピカルテクノプラス、3.北里大学　海洋生命科学部、4.国立研究開発法人産業技術総合研究所、5.琉球大学　農学部　亜熱帯農林環境科学科)

[AHW22-P07] Evaluation for temporal variation in groundwater inflow to the lagoons connected to Lake Biwa by radon (^{222}Rn) tracer analysis

*齋藤 光代[1]、小野寺 真一[2]、友澤 裕介[2]、Wang Kunyang[2]、伴 修平[3]、奥田 昇[4] (1.岡山大学大学院環境生命科学研究科、2.広島大学大学院総合科学研究科、3.滋賀県立大学環境科学部、4.総合地球環境学研究所)

[AHW22-P08] インドネシア沿岸地域における地下水のBr/Cl比特性

*井岡 聖一郎[1]、小野寺 真一[2]、齋藤 光代[3]、Rusydi Anna[2,4] (1.弘前大学、2.広島大学、3.岡山大学、4.Research Center for Geotechnology, Indonesian Institute of Sciences, Indonesia)

[AHW22-P09] Estimation of groundwater recharge and phosphorus transport under different precipitation conditions in a suburban catchment, using SWAT model

*王 崑陽[1,2]、小野寺 真一[1]、齋藤 光代[3]、奥田 昇[4]、大久保 卓也[5] (1.広島大学、2.首都師範大学、3.岡山大学、4.総合地球環境学研究所、5.滋賀県立大学)

[AHW22-P10] Losses of phosphorus with soil erosion and nitrate with groundwater recharge in an agricultural catchment, subtropical small island

*小野寺 真一[1]、齋藤 光代[2]、曹 陽[1]、Anna Rusydi[1]、大前 英[3]、飯泉 佳子[4]、友澤 裕介[1] (1.広島大学大学院総合科学研究科、2.岡山大学、3.国際農林水産業研究センター熱帯・島嶼研究拠点、4.国際農林水産業研究センター)

[AHW22-P11] Phosphate solubilizing bacteria as an indicator of sediment phosphorus in freshwater lakes

*Sreekumari Kurissery[1]、Katelynn Crawford[1]、Nandakumar Kanavillil[1] (1.Lakehead University, Canada)

[AHW22-P12] 琉球石灰岩地域における土壌・地下水中の各種リン酸塩の動態に関する研究

*野崎 真司[1]、安元 純[2]、安元 剛[3]、廣瀬 美奈[4]、飯島 真理子[3]、新城 竜一[5]、ラザフィンラベ バム[6] (1.琉球大学大学院農学研究科　亜熱帯農学専攻、2.琉球大学　農学部　地域農業工学科、3.北里大学　海洋生命科学部、4.一般社団法人トロピカルテクノプラス、5.琉球大学　理学部　物質地球科学科、6.琉球大学　農学部　亜熱帯農林環境科学科)

[AHW22-P13] Impacts of highly concentrated turbid water on the groundwater in the Tedori River alluvial fan, Japan

*藤原 洋一[1]、長野 峻介[1]、高瀬 恵次[1]、一恩 英二[1] (1.石川県立大学生物資源環境学部)

[AHW22-P14] 源流域における水安定同位体比の高度効果とその平野地下水に対する寄与域の推定～琵琶湖における東西流域の比較～

*友澤 裕介[1]、王 崑陽[1]、齋藤 光代[2]、伴 修平[3]、奥田 昇[4]、小野寺 真一[1] (1.広島大学大学院総合科学研究科、2.岡山大学大学院環境生命科学研究科、3.滋賀県立大学環境科学部、4.総合地球環境学研究所)

[AHW22-P15] 流域土地利用モデルによる全国の河川TNおよびTP濃度係数の算出.

*吉川 省子[1]、馬 東来[1,4]、齋藤 忠将[1,5]、松森 堅治[2]、伊藤 優子[3]、小林 政広[3] (1.農業・食品産業技術総合研究機構　農業環境変動研究センター、2.農業・食品産業技術総合研究機構　西日本農業研究センター、3.森林研究・整備機構　森林総合研究所、4.筑波大学大学院、5.茨城大学農学部)

[AHW22-P16] **Possibility of nutrients transportation from littoral slope for enhancement of phytoplankton growth in north basin of Lake Biwa**

*伴 修平[1]、易 容[1]、刘 鑫[1]、丸尾 雅啓[1]、須戸 幹[1]、後藤 直成[1]、村瀬 潤[2] (1.公立大学法人　滋賀県立大学、2.名古屋大学)

[AHW22-P17] SWAT model analysis for confirming the effects of crop growth on the suspended sediment concentration from a settling basin catchment on Ishigaki island

*Yang Cao[1]、Shin-ichi Onodera[1]、Mitsuyo Saito[2]、Hide Omae[3]、Yoshiko Iizumi[3] (1.Graduate School of Integrate Arts and Sciences, Hiroshima University、2.Graduate School of Environmental and life Science, Okayama University、3.Tropical Agriculture Research Front (TARF), Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS))

[AHW22-P18] 熊本県菊池川流域におけるSWATモデルを用いた水・土砂・栄養塩流出量の推定と森林の影響

*藤井 創一朗[1]、金森 匡彦[1]、永野 裕子[1]、木下 牧[2]、清水 裕太[3]、小野寺 真一[4] (1.（一社）日本森林技術協会、2.株式会社　パスコ、3.国立研究開発法人　農業・食品産業技術総合研究機構　西日本農業研究センター、4.広島大学大学院総合科学研究科)

[AHW22-P19] Atmospheric depositions on forest ecosystems in areas along the Sea of Japan

*伊藤 優子[1]、高瀬 恵次[2]、藤原 洋一[2]、岡本 透[1] (1.国立研究開発法人　森林総合研究所、2.石川県立大学)

[AHW22-P20] Continuous and simultaneous flux measurement of N_2O and CO_2 from agricultural soil using a portable multi-turn time-of-flight mass spectrometer

*中山 典子[1]、岩井 祐介[1]、当真 要[2]、古谷 浩志[1]、波多野 隆介[3]、豊田 岐聡[1] (1.大阪大学、2.愛媛大学、3.北海道大学)

[AHW22-P21] Effects of introduction of cyclic irrigation system on mass balances of SS and T-P in Lake Inbanuma, Chiba, Japan

*久保田 富次郎[1] (1.国立研究開発法人　農業・食品産業技術総合研究機構　農村工学研究部門)

[E] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-HW 水文・陸水・地下水学・水環境

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_9

[A-HW22] 流域の物質輸送と栄養塩循環ー源流域から沿岸海域までー

コンビーナ:小林 政広(国立研究開発法人森林研究・整備機構　森林総合研究所)、吉川 省子(農業・食品産業技術総合研究機構　農業環境変動研究センター)、安元 純(琉球大学　農学部　地域農業工学科)、Adina Paytan(University of California Santa Cruz)

[AHW22-P01] 過剰リン酸塩はコユビミドリイシ稚サンゴの骨格形成を阻害する

飯島 真理子[1]、*安元 剛[1]、安元 純[2]、廣瀬 美奈[3]、神保 充[1]、渡部 終五[1] (1.北里大学海洋生命科学部、2.琉球大学農学部、3.トロピカルテクノプラス)

[AHW22-P02] Modeling chlorophyll-a concentration using remote sensing in shallow water systems: Comparison of sensors

*Assefa M Melesse[1]、Tara Blakey[1]、Mohammad Haji Gholizadeh[1]、 Mohd Manzar Abbas[1] (1.Florida International University)

[AHW22-P03] 島嶼沿岸地下水における季節的な水位変動にともなう流動系の変動について

*友澤 裕介[1]、小野寺 真一[1]、齋藤 光代[2] (1.広島大学大学院総合科学研究科、2.岡山大学大学院環境生命科学研究科)

[AHW22-P04] **The Tracing of Groundwater Contamination Sources in Indonesian Coastal Alluvial Groundwater using $\delta^{34}S$ and $\delta^{15}N$ Isotopes**

*Anna Fadliah Rusydi[1,4]、Mitsuyo Saito[2]、Seiichiro Ioka[3]、Shin-ichi Onodera[1] (1.Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University, Japan、2.Graduate School of Environmental and Life Sciences, Okayama University, Japan、3.Research Institute for Sustainable Energy, Hirosaki University, Japan、4.Research Center for Geotechnology, Indonesian Institute of Sciences, Indonesia)

[AHW22-P05] Spatio-temporal dynamics of orthophosphate with implications for limitation of phytoplankton growth in north basin of Lake Biwa, Japan

*Xin Liu[1]、Rong Yi[1]、Masahiro Maruo[1]、Syuhei Ban[1] (1.The University of Shiga Prefecture)

[AHW22-P06] 次世代シーケンサーを用いた琉球石灰岩帯水層中における微生物相解析

*村尾 海[1]、安元 純[1]、安元 剛[3]、廣瀬 美奈[2]、水澤 奈々美[3]、井口 亮[4]、ラザフィンラベ バム[5]、渡邊 終五[3] (1.琉球大学農学部　地域農業工学科、2.トロピカルテクノプラス、3.北里大学　海洋生命科学部、4.国立研究開発法人産業技術総合研究所、5.琉球大学　農学部　亜熱帯農林環境科学科)

[AHW22-P07] Evaluation for temporal variation in groundwater inflow to the lagoons connected to Lake Biwa by radon (^{222}Rn) tracer analysis

*齋藤 光代[1]、小野寺 真一[2]、友澤 裕介[2]、Wang Kunyang[2]、伴 修平[3]、奥田 昇[4] (1.岡山大学大学院環境生命科学研究科、2.広島大学大学院総合科学研究科、3.滋賀県立大学環境科学部、4.総合地球環境学研究所)

[AHW22-P08] インドネシア沿岸地域における地下水のBr/Cl比特性

*井岡 聖一郎[1]、小野寺 真一[2]、齋藤 光代[3]、Rusydi Anna[2,4] (1.弘前大学、2.広島大学、3.岡山大学、4.Research Center for Geotechnology, Indonesian Institute of Sciences, Indonesia)

[AHW22-P09] Estimation of groundwater recharge and phosphorus transport under different precipitation conditions in a suburban catchment, using SWAT model

*王 崑陽[1,2]、小野寺 真一[1]、齋藤 光代[3]、奥田 昇[4]、大久保 卓也[5] (1.広島大学、2.首都師範大学、3.岡山大学、4.総合地球環境学研究所、5.滋賀県立大学)

[AHW22-P10] Losses of phosphorus with soil erosion and nitrate with groundwater recharge in an agricultural catchment, subtropical small island

*小野寺 真一[1]、齋藤 光代[2]、曹 陽[1]、Anna Rusydi[1]、大前 英[3]、飯泉 佳子[4]、友澤 裕介[1] (1.広島大学大学院総合科学研究科、2.岡山大学、3.国際農林水産業研究センター熱帯・島嶼研究拠点、4.国際農林水産業研究センター)

[AHW22-P11] Phosphate solubilizing bacteria as an indicator of sediment phosphorus in freshwater lakes

*Sreekumari Kurissery[1]、Katelynn Crawford[1]、Nandakumar Kanavillil[1] (1.Lakehead University, Canada)

[AHW22-P12] 琉球石灰岩地域における土壌・地下水中の各種リン酸塩の動態に関する研究

*野崎 真司[1]、安元 純[2]、安元 剛[3]、廣瀬 美奈[4]、飯島 真理子[3]、新城 竜一[5]、ラザフィンラベ バム[6] (1.琉球大学大学院農学研究科　亜熱帯農学専攻、2.琉球大学　農学部　地域農業工学科、3.北里大学　海洋生命科学部、4.一般社団法人トロピカルテクノプラス、5.琉球大学　理学部　物質地球科学科、6.琉球大学　農学部　亜熱帯農林環境科学科)

[AHW22-P13] Impacts of highly concentrated turbid water on the groundwater in the Tedori River alluvial fan, Japan

*藤原 洋一[1]、長野 峻介[1]、高瀬 恵次[1]、一恩 英二[1] (1.石川県立大学生物資源環境学部)

[AHW22-P14] 源流域における水安定同位体比の高度効果とその平野地下水に対する寄与域の推定～琵琶湖における東西流域の比較～

*友澤 裕介[1]、王 崑陽[1]、齋藤 光代[2]、伴 修平[3]、奥田 昇[4]、小野寺 真一[1] (1.広島大学大学院総合科学研究科、2.岡山大学大学院環境生命科学研究科、3.滋賀県立大学環境科学部、4.総合地球環境学研究所)

[AHW22-P15] 流域土地利用モデルによる全国の河川TNおよびTP濃度係数の算出.

*吉川 省子[1]、馬 東来[1,4]、齋藤 忠将[1,5]、松森 堅治[2]、伊藤 優子[3]、小林 政広[3] (1.農業・食品産業技術総合研究機構　農業環境変動研究センター、2.農業・食品産業技術総合研究機構　西日本農業研究センター、3.森林研究・整備機構　森林総合研究所、4.筑波大学大学院、5.茨城大学農学部)

[AHW22-P16] **Possibility of nutrients transportation from littoral slope for enhancement of phytoplankton growth in north basin of Lake Biwa**

*伴 修平[1]、易 容[1]、刘 鑫[1]、丸尾 雅啓[1]、須戸 幹[1]、後藤 直成[1]、村瀬 潤[2] (1.公立大学法人　滋賀県立大学、2.名古屋大学)

[AHW22-P17] SWAT model analysis for confirming the effects of crop growth on the suspended sediment concentration from a settling basin catchment on Ishigaki island

*Yang Cao[1]、Shin-ichi Onodera[1]、Mitsuyo Saito[2]、Hide Omae[3]、Yoshiko Iizumi[3] (1.Graduate School of Integrate Arts and Sciences, Hiroshima University、2.Graduate School of Environmental and life Science, Okayama University、3.Tropical Agriculture Research Front (TARF), Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS))

[AHW22-P18] 熊本県菊池川流域におけるSWATモデルを用いた水・土砂・栄養塩流出量の推定と森林の影響

*藤井 創一朗[1]、金森 匡彦[1]、永野 裕子[1]、木下 牧[2]、清水 裕太[3]、小野寺 真一[4] (1.（一社）日本森林技術協会、2.株式会社　パスコ、3.国立研究開発法人　農業・食品産業技術総合研究機構　西日本農業研究センター、4.広島大学大学院総合科学研究科)

[AHW22-P19] Atmospheric depositions on forest ecosystems in areas along the Sea of Japan

*伊藤 優子[1]、高瀬 恵次[2]、藤原 洋一[2]、岡本 透[1] (1.国立研究開発法人　森林総合研究所、2.石川県立大学)

[AHW22-P20] Continuous and simultaneous flux measurement of N_2O and CO_2 from agricultural soil using a portable multi-turn time-of-flight mass spectrometer

*中山 典子[1]、岩井 祐介[1]、当真 要[2]、古谷 浩志[1]、波多野 隆介[3]、豊田 岐聡[1] (1.大阪大学、2.愛媛大学、3.北海道大学)

[AHW22-P21] Effects of introduction of cyclic irrigation system on mass balances of SS and T-P in Lake Inbanuma, Chiba, Japan

*久保田 富次郎[1] (1.国立研究開発法人　農業・食品産業技術総合研究機構　農村工学研究部門)

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-GE 地質環境・土壌環境

9:00 ~ 10:30 | 301A 3F

[A-GE28] 地質媒体における物質移動，物質循環と環境評価

コンビーナ:小島 悠揮(岐阜大学工学部)、濱本 昌一郎(東京大学大学院農学生命科学研究科)、斎藤 広隆(東京農工大学大学院農学研究院)、森 也寸志(岡山大学大学院環境生命科学研究科)、座長:小島 悠揮(岐阜大学)、濱本 昌一郎(東京大学)、森 也寸志(岡山大学)、斎藤 広隆(東京農工大学)

9:00 ~ 9:25

[AGE28-01] **Humic substances in deep sedimentary groundwater**

★Invited Papers

*斉藤 拓巳[1] (1.東京大学大学院工学研究科)

9:25 ~ 9:40

[AGE28-02] Nano-Bubble Retention in Saturated Porous Media under Different Solution Chemistry

*濱本 昌一郎[1]、杉本 卓也[1]、竹村 貴人[2]、西村 拓[1]、Bradford Scott[3] (1.東京大学大学院農学生命科学研究科、2.日本大学文理学部、3.アメリカ農務省塩類研究所)

9:40 ~ 9:55

[AGE28-03] **Geochemical Investigation of Metals and Trace Elements around the Abandoned Cu – Ni Mine Site in Selibe Phikwe, Botswana**

*Fiona Segolame Motswaiso[1]、Kengo - Nakamura[1]、Noriaki - Watanabe[1]、Takeshi - Komai[1] (1.Tohoku Univeristy Graduate School of Environmental Studies)

9:55 ~ 10:10

[AGE28-04] Removal of Arsenic (III) From Aqueous Solution Using Pumice and Zeolite Supported Zero-Valent Iron Nanoparticle

*Shashi Ranjan[1]、Brijesh kumar yadav[1]、Himanshu Joshi[1] (1.Indian Institute of Technology Roorkee)

10:10 ~ 10:25

[AGE28-05] **Unsaturated Hydraulic Conductivity Estimation from Multi-step Centrifuge Outflow**

*Thanh Long Bui[1]、Yasushi Mori[1] (1.Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University)

[E] Eveningポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-GE 地質環境・土壌環境

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_10

[A-GE28] 地質媒体における物質移動，物質循環と環境評価

コンビーナ:小島 悠揮(岐阜大学工学部)、濱本 昌一郎(東京大学大学院農学生命科学研究科)、斎藤 広隆(東京農工大学大学院農学研究院)、森 也寸志(岡山大学大学院環境生命科学研究科)

[AGE28-P01] **Vegetation pellets development and feasibility evaluation for unmanned-aerial-vehicle seeding on post-landslide sites**

*Hsu Kai-Chi[1]、Song Guo-Zhang[1]、Lin Shin-Hwei[1]、Chang Chi-Hao[2] (1.Department of Soil and Water Conservation, National Chung Hsing University、2.Department of Landscape Architecture, Tunghai University)

[AGE28-P02] フィリピン・コルディリエーラの棚田の保全に関わる土壌環境特性

*黒住 知代[1]、森 也寸志[2]、宗村 広昭[2]、Milagros How[3] (1.岡山大学環境理工学部、2.岡山大学大学院環境生命科学研究科、3.Universal Harvester Incorporated)

[AGE28-P03] Web-based interactive platform for analysis of regional-scale groundwater resources

*Chuen-Fa Ni[1]、I-Hsien Lee[1]、Chi-Ping Lin[1]、Wi-Ci Li[1] (1.National Central University)

[AGE28-P04] 地殻流体の流動特性の高精度評価に向けた粘性・透水係数同時測定システムの開発

*村本 智也[1]、藤田 佳孝[1]、梶川 宏明[1]、飯泉 英昭[1]、井出 一徳[1] (1.国立研究開発法人 産業技術総合研究所, 計量標準総合センター)

[AGE28-P05] Soil hydraulic parameter estimation by evaporation method

窪田 新太郎[1]、*斎藤 広隆[1] (1.東京農工大学大学院農学府)

[AGE28-P06] Measurement of apparent gas diffusion coefficient in poorly tilled seedbed under windy condition.

*松本 宜大[1]、吉田 修一郎[1]、関矢 博幸[2]、西田 和弘[1] (1.東京大学大学院農学生命科学研究科、2.農研機構北陸研究センター)

[AGE28-P07] Evaluating improvement techniques for phytosuction separation method to remove heavy metals from contaminated soils

*小島 悠揮[1]、寺田 隼大[1]、加藤 雅彦[2]、神谷 浩二[1] (1.岐阜大学工学部、2.明治大学農学部)

[AGE28-P08] **Transport of Colloidal Particles in Saturated Toyoura Sand: Effects of Flow Rate on Importance of Electrostatic Repulsion**

*杉本 卓也[1]、濱本 昌一郎[1]、西村 拓[1]、足立 泰久[2]、小林 幹佳[2] (1.東京大学大学院農学生命科学研究科、2.筑波大学生命環境系)

[AGE28-P09] Leaching behavior of As, Pb, Cd and Se in subsurface marine and nonmarine sedimentary environment in central Kanto plain, Japan

*SUSHMITA HOSSAIN[1]、Takashi Ishiyama[2]、Shoichi Hachinohe[2]、Chiaki T. Oguchi[1] (1.Graduate school of Science and Engineering, Saitama University、2.Center for Environmental Science in Saitama)

[AGE28-P10] Colloid transport in a quasi-saturated porous media

*大古 湧之[1]、杉本 卓也[2]、濱本 昌一郎[2]、西村 拓[2] (1.東京大学農学部、2.東京大学大学院農学生命科学研究科)

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-GE 地質環境・土壌環境

10:45 ~ 12:15 | 301A 3F

[A-GE29] エネルギ・環境・水ネクサスと持続的発展

コンビーナ:張 銘(産業技術総合研究所地質調査総合センター地圏資源環境研究部門)、川本 健(埼玉大学大学院理工学研究科)、Jet-Chau Wen(National Yunlin University of Science and Technology)、? 永紅(天津師範大学)、座長:張 銘(産業技術総合研究所)、斎藤 広隆(東京農工大学)、郝 永紅(Tianjin Normal University)

10:50 ~ 11:05

[AGE29-01] Input-Output Analysis of Taiwan's Food-Energy-Water Risk

*CHU-CHUN YAO[1]、Gene Jiing-yun You[1] (1.National Taiwan University)

11:05 ~ 11:20

[AGE29-02] **Groundwater potential analysis using the multiple spatiotemporal remote sensing approach in fractured rock of mountainous region**

*Jung-Jun Lin[1,2]、Yuei-An Liou[1]、Chien-Chung Ke[2]、Su-Yun Chi[2]、Jia-Hung Liang[3] (1.National Central Univ.、2.Sinotech Engineering Consultants, Inc.、3.Ministry of Economic Affairs)

11:20 ~ 11:35

[AGE29-03] Estimating Soil Water Content with Color Calibration Method in the Image of Remote Sensing by Unmanned Aerial Vehicle

*Hong-Yi Li[1]、Hong-Ru Lin[1]、Jyun-Lin Chen[1]、Shao-Yang Huang[1]、Jet-Chau Wen[1] (1.National Yunlin University of Science and Technology)

11:35 ~ 11:50

[AGE29-04] **Characterizing Geotechnical Properties of Drinking Water Sludge Blended with Graded Crushed Clay Brick for Road Subgrade: Effects of Gradation and Mixing Proportion of Crushed Clay Brick on CBR and Water Permeability**

*Muhammad Rashid Iqbal[1]、Akihiro Matsuno[1]、Ken Kawamoto[1] (1.Graduate School of Science and Engineering, Saitama University)

11:50 ~ 12:05

[AGE29-05] Investigation and Evaluation of the Multiple-liquefaction Site at the Southern Taiwan

*Chih-Sheng KU[1] (1.I-Shou University)

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-GE 地質環境・土壌環境

13:45 ~ 15:15 | 301A 3F

[A-GE29] エネルギ・環境・水ネクサスと持続的発展

コンビーナ:張 銘(産業技術総合研究所地質調査総合センター地圏資源環境研究部門)、川本 健(埼玉大学大学院理工学研究科)、Jet-Chau Wen(National Yunlin University of Science and Technology)、? 永紅(天津師範大学)、座長:川本 健(埼玉大学)、温 志超(雲林科技大学)

13:50 ~ 14:05

[AGE29-06] Investigating the Reproducibility of Hydraulic Tomography Estimates with Time-Variable Boundary Conditions

*Jian-Dao Li[1]、Jyun-Lin Chen[1]、Hong-Ru Lin[1]、Shao-Yang Huang [1]、Tian-Chyi Jim Yeh[2]、Jet-Chau Wen[1] (1.National Yunlin University of Science and Technology、2.The University of Arizona)

14:05 ~ 14:20

[AGE29-07] **Applying river pollution index and QUAL2K model for water quality assessment and management in Ke-Ya river, Taiwan**

*Hong-Syuan Li[1]、Yu-Chih Lin[1] (1.Department of Environmental Engineering & Health, Yuanpei University of Medical Technology)

14:20 ~ 14:35

[AGE29-08] Environmental assessment at CDW disposal sites in Vietnam: Case study in Thanh Tri landfill, Hanoi

*Thanh Ha Ngo[1]、Akihiro Matsuno[1]、Ken Kawamoto[1] (1.Graduate School of Science and Engineering, Saitama University)

14:35 ~ 14:50

[AGE29-09] **Modeling Study on the Impacts of Groundwater Pumping to Regional Hydroclimatology in 37 World Major Aquifers**

*Pat J.-F. Yeh[1] (1.Monash University Malaysia)

14:50 ~ 15:05

[AGE29-10] CHRATERIZING BURIED WASTE COMPOSITION AT CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE (CDW) DISPOSAL SITE IN VIETNAM: A CASE STUDY IN THANH TRI LANDFILL IN HANOI

*Tselmeg Aldarjav[1]、Akira Kato[1]、Akihiro Matsuno[1]、Ken Kawamoto[1,2] (1.Graduate School of Science and Engineering, Saitama University, Japan 、2.International Institute for Resilient Society, Saitama University, Japan)

[E] Eveningポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-GE 地質環境・土壌環境

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_11

[A-GE29] エネルギ・環境・水ネクサスと持続的発展

コンビーナ:張 銘(産業技術総合研究所地質調査総合センター地圏資源環境研究部門)、川本 健(埼玉大学大学院理工学研究科)、Jet-Chau Wen(National Yunlin University of Science and Technology)、? 永紅(天津師範大学)

[AGE29-P01] **The role of anthropogenic activities in spring discharge cessation: Jinci Springs China**

Yaru Guo[1]、*Yonghong Hao[1]、Chun Zhao[1]、Huan Lian[1] (1.Tianjin Normal University)

[AGE29-P02] **Groundwater response to tidal fluctuations in a leaky confined coastal aquifer with finite length**

*Zhi-Xue Zhao[1]、Tongke Wang[1]、Jun Li[1] (1.Tianjin Normal University, Tianjin, China)

[AGE29-P03] Relationship between "source and sink"landscape patterns and river nutrient discharge in a peri-urban watershed

*Chongwei Li[1] (1.Tianjin Normal University)

[AGE29-P04] Assessing the Urban Storm-Flood Disaster of Zhengzhou city Based on Fuzzy Methods

*Caihong Hu[1]、Xian Du[1]、Ying Zhang[1]、SHAN E HYDER ALIAS TAHIR[1]、Shengqi Jian[1] (1.School of water conservancy and environment, Zhengzhou University, Zhengzhou City, Henan Province, P.R. China, 450001)

[AGE29-P05] Application of RAMMS Software to Predict the submerged area of Debris Flow: A Case Study of Feng-Chiou torrent in Taiwan

*Hsin-Ying Hsieh[1]、Chun-Yi Wu[1] (1.Department of Soil and Water Conservation, National Chung Hsing University)

[AGE29-P06] Applications of the Cholesteric Liquid Crystal (CLC) Sensor to Rapidly Measure the Volatile Organic Compounds in the Atmosphere Environment

Ruey-Fang YU[1]、*GUAN-BO CHAO[1]、Jian-cheng XU[1]、KUANG-PENG HSIEH[1] (1.Department of Safety, Health and Environmental Engineering, National United University, Taiwan, R. O. C.)

[AGE29-P07] Solar Ag/P3HT@TiO_2 Photocatalysis of Phenol Wastewater by a Pilot-Scale Fresnel Lens Assisted IPCC Reactor

*An-Chi Chen[1]、Ting-Yu Zeng [1]、Wen-Shiuh Kuo[1] (1.National United University,Department of Safety, Health and Environmental Engineering)

[AGE29-P08] Using fluorescence quenching effect to investigate the electrical neutralization ability for different aromatic organic compounds

*Yu-Ting Chen[1]、Wen-Po Cheng[1] (1.National United University,Department of Safety, Health and Environmental Engineering)

[AGE29-P09] **Sustainable recovery of sugarcane biowastes to prepare biochar-derived electrodes for recycling of brackish water**

*Shou-Heng Liu[1] (1.National Cheng Kung University)

[AGE29-P10] The National Survey of POPs in Soil: A study of polybrominated diethyl ethers (PBDEs) in Soil in Taiwan

*Shyh-Wei Chen[1]、Ming-Yang Syue[2]、I HSIN LEE[3]、Chia Hsin Li[3]、Yihsin Lai[3]、Bo-Wei Power Liang[3] (1.Chung Yuan Christian Univ. Taiwan、2.Soil and Groundwater Pollution Remediation Fund Management Board, EPA, Taiwan、3.Sinotech Engineering Service LTD., Taiwan)

[AGE29-P11] **Remediation of Total Peteoleum Hydrocarbons in Soils by Combining Cyclodextrin and Microbubble Ozonation**

*Kuan-Yi Kuo[1]、Meng-hau Sung[1]、Fu-yin Xie[1] (1.Department of Environmental Science and Engineering,Tunghai University,Taiwan)

[AGE29-P12] **Treatment of organic pollutants in wastewater by ozone microbubbles and cyclodextrins**

*Fu-Yin XIE[1]、Meng-hau Sung[1] (1.Department of Environmental Science and Engineering,Tunghai University,Taichung City,Taiwan)

[AGE29-P13] High Addition Valued Recycling Technology of Lithium-ion Battery

*YI-CHEN TSENG[1]、TIEN-CHIN CHANG[1]、YI-HSIANG HONG[1] (1.Institute of Environmental Engineering and Management, National Taipei University of Technology, No. 1, Sec. 3, Zhongxiao E. Rd., Da'an Dist., Taipei City 106, Taiwan (R.O.C.))

[AGE29-P14] Applying GIS Site Suitability Analysis to Optimize Landfill Selection in Mozambique

*Chelsea Adelina Langa[1] (1.Tohoku University, Graduate School of Environmental Studies)

[AGE29-P15] Effectiveness of Solidification/Stabilization of a Heavy Metal-Contaminated Soil Using a Sustainable Binder

*Yasong Feng[1,2,3]、Weiyi Xia[1]、Shiji Zhou[1]、Ming Zhang[2]、Yanjun Du[1] (1.Southeast Univ.、2.AIST、3.Tohoku Univ.)

[AGE29-P16] **Determining diffusive parameters using out-diffusion experiment with consideration of sampling effect**

*Ranran Song[1]、Chihiro Inoue[1]、Ming Zhang[2] (1. Tohoku University、2.Geological Survey of Japan, AIST)

[AGE29-P17] **Exploring the removal characteristics of heavy metals employing Nanofiltration (NF) technique**

*Jagdeesh Kumar[1]、Himanshu Joshi[1] (1.INDIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY ROORKEE)

[AGE29-P18] **Potential of Potash Recovery Employing Electrodialysis(ED) Technique from Distillery Effluent**

*SUNIL YADAV[1]、HIMANSHU JOSHI[1] (1.INDIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY ROORKEE)

[AGE29-P19] CHARACTERIZATION OF WATER RETENTION AND MASS TRANSPORT PROPERTIES FOR RECYCLED ROADBED MATERIALS BLENDED WITH AAC FINES

*伊藤 良平[1]、加藤 晃[1]、松野 晃大[1]、川本 健[1,2] (1.埼玉大学大学院理工学研究科、2.ベトナム国立土木工学大学)

[AGE29-P20] **Characterizing Geotechnical Properties of Drinking Water Sludge Blended with Graded Crushed Clay Brick for Road Subgrade: Effects of Gradation and Mixing Proportion of Crushed Clay Brick on Compaction Property**

*Tserenlkham lkhagvasuren[1]、Muhammad Rashid Iqbal[1]、Ken Kawamoto[1] (1.Graduate school of science and engineering Saitama University, Japan)

[AGE29-P21] CHARACTERIZING PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF RESIDUES GENERATED FROM CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE

*カク ネイネイ[1]、川本 健[1]、松野 晃大[1] (1.埼玉大学)

[AGE29-P22] CHARACTERIZATION OF PORE-STRUCTURE PARAMETERS FOR UNDISTURBED AND REPACKED SAMPLES AT FIELD WATER CONTENTS

*Arjun Baniya[1]、Akihiro Matsuno[1]、Ken Kawamoto[1] (1.Saitama University , Graduate school of Science and Engineering)

[AGE29-P23] **CHECK SHEET SURVEY FOR ESTIMATING CDW GENERATION AND CASH FLOW AT BUILDING DEMOLISHING SITES IN HANOI, VIETNAM**

*Cuong Viet Tran[1]、Kawamoto Ken[1] (1.Graduate School of Science and Engineering, Saitama University)

[AGE29-P24] APPLICATION OF CRUSHED GRAINS OF LATERITE AND AUTOCLAVED AERATED CONCRETE FOR HEAVY METAL REMOVAL FROM WASTEWATER

*Buddhika Priyadarshani Bandara Arachchillage[1]、Yuki Yoshida[1]、Pradeep Kumara Gajanayake Mudalige[1]、Akihiro Matsuno[1]、Ken Kawamoto[1] (1.Graduate School of Science and Engineering, Saitama University)

[AGE29-P25] 使用済カルシウム系ヒ素吸着材の環境安定性に及ぼすケイ酸の影響

*杉田 創[1]、小熊 輝美[1]、張 銘[1]、原 淳子[1]、川辺 能成[1] (1.国立研究開発法人　産業技術総合研究所)

[AGE29-P26] The Fate of Chloroethene in Geo-environment

*張 銘[1]、吉川 美穂[1] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター地圏資源環境研究部門)

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

9:00 ~ 10:30 | 302 3F

[A-CG34] 衛星による地球環境観測

コンビーナ:沖 理子(宇宙航空研究開発機構)、本多 嘉明(千葉大学環境リモートセンシング研究センター)、高薮 縁(東京大学 大気海洋研究所)、松永 恒雄(国立環境研究所地球環境研究センター／衛星観測センター)、座長:鈴木 健太郎

9:00 ~ 9:15

[ACG34-07] GCOM-C「しきさい」による初年の観測について

★招待講演

*村上 浩[1]、堀 雅裕[1]、宮崎 理紗[1]、小林 利行[1]、永尾 隆[1]、緒方 一紀[1]、島田 利元[1]、高久 淳一[2] (1.宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター、2.リモートセンシング技術センター)

9:15 ~ 9:30

[ACG34-08] Algorithm improvement for GCOM-C/SGLI Above Ground Biomass Standard product.

*梶原 康司[1]、本多 嘉明[1] (1.千葉大学)

9:30 ~ 9:45

[ACG34-09] Common retrieval of Atmospheric Aerosol Properties for geostationary and polar-orbital Satellite Imaging Sensors: Himawari8/AHI and GCOM-C/SGLI results

*吉田 真由美[1]、菊池 麻紀[1]、永尾 隆[1]、村上 浩[1]、弓本 桂也[2] (1.宇宙航空研究開発機構、2.九州大学)

9:45 ~ 10:00

[ACG34-10] Cloud optical properties from various ground and satellite instruments evaluated during an intensive campaign

*Alessandro Damiani[1]、Hitoshi Irie[1]、Takashi Horio[1]、Tamio Takamura[1]、Rei Kudo[2]、Pradeep Khatri[3]、Hironobu Iwabuchi[3]、Ryosuke Masuda[3]、Takashi M. Nagao[4] (1.CEReS, Chiba University、2.Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency、3.Graduate School of Science, Tohoku University、4.Earth Observation Research Center, JAXA)

10:00 ~ 10:15

[ACG34-11] Issues in aerosol-cloud-climate interaction: Needs for future satellite mission

★Invited Papers

*鈴木 健太郎[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

10:15 ~ 10:30

[ACG34-12] Impact of aerosol vertical profile and optical parameters on the accuracy of satellite AOD retrieval

*Jing Li[1]、Chong Li[1] (1.Peking University)

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

10:45 ~ 12:15 | 302 3F

[A-CG34] 衛星による地球環境観測

コンビーナ:沖 理子(宇宙航空研究開発機構)、本多 嘉明(千葉大学環境リモートセンシング研究センター)、高薮 縁(東京大学 大気海洋研究所)、松永 恒雄(国立環境研究所地球環境研究センター／衛星観測センター)、座長:高橋 暢宏(名古屋大学宇宙地球環境研究所)

10:45 ~ 11:00

[ACG34-13] GPM/DPRの推定する雨滴粒径分布の統計的手法による検証

*高橋 暢宏[1] (1.名古屋大学　宇宙地球環境研究所)

11:00 ~ 11:15

[ACG34-14] Impact study of DPR SLH nudging method for data assimilation in the JMA Local NWP system

★Invited Papers

*幾田 泰酵[1] (1.気象庁)

11:15 ~ 11:30

[ACG34-15] Precipitation Extremes Monitoring using Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) Product

*久保田 拓志[1]、田島 知子[1]、沖 理子[1]、妻鹿 友昭[2]、牛尾 知雄[2] (1.宇宙航空研究開発機構　地球観測研究センター、2.首都大学東京　システムデザイン学部)

11:30 ~ 11:45

[ACG34-16] Estimation of cloud water content over land using satellite-based passive microwave observations with a coupled land and atmosphere assimilation method

*瀬戸 里枝[1]、鼎 信次郎[1] (1.東京工業大学)

11:45 ~ 12:00

[ACG34-17] Ensemble-Based Data Assimilation of GPM/DPR Reflectivity into the Nonhydrostatic Icosahedral Atmospheric Model NICAM

*小槻 峻司[1]、寺崎 康児[1]、三好 建正[1] (1.国立研究開発法人　理化学研究所　計算科学研究センター)

12:00 ~ 12:15

[ACG34-18] **An ecohydrological land reanalysis by integrating simulation and satellite observations**

*澤田 洋平[1]、仲江川 敏之[1]、岡本 幸三[1]、入口 武史[1]、藤井 秀幸[2] (1.気象庁気象研究所、2.宇宙航空研究開発機構)

[E] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_3

[A-CG34] 衛星による地球環境観測

コンビーナ:沖 理子(宇宙航空研究開発機構)、本多 嘉明(千葉大学環境リモートセンシング研究センター)、高薮 縁(東京大学 大気海洋研究所)、松永 恒雄(国立環境研究所地球環境研究センター／衛星観測センター)

[ACG34-P01] **Impact of usage of multiple-satellite sensors on accuracy of daily-mean sea surface wind data**

*小泉 あゆみ[1]、久保田 雅久[2]、轡田 邦夫[3]、富田 裕之[4]、日原 勉[5] (1.東海大学大学院海洋学研究科海洋学専攻、2.東海大学海洋研究所、3.東海大学海洋学部海洋地球科学科、4.名古屋大学宇宙地球環境研究所、5.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[ACG34-P02] Temperature and Size Variability of Warm Pools in the Global Oceans

*ChunYi Lin[1] (1.National Museum of Marine Science & Technology)

[ACG34-P03] Sea surface temperature from SGLI aboard the GCOM-C satellite of JAXA

*Yukio Kurihara[1]、緒方 一紀[2]、村上 浩[2]、可知 美佐子[2] (1.Tripli-I Co., Ltd.、2.JAXA EORC)

[ACG34-P04] Concept of small satellite UV/visible imaging spectrometer optimized for tropospheric NO_2 measurements in air quality monitoring

*環 藤繩[1,5]、Noguchi Katsuyuki[2]、Kuze Akihiko[3]、Richter Andreas[4]、Burrows John[4]、Meier Andreas[4]、Sato Tomohiro[1]、Kuroda Takeshi[1]、Yoshida Naohiro[5]、KASAI YASUKO[1,5] (1.National Institute of Information and Communications Technology、2.Nara Women's University、3.Japan Aerospace Exploration Agency、4.University of Bremen、5.Tokyo Institute of Technology)

[ACG34-P05] EarthCARE L2 algorithms for cloud and precipitation

*佐藤 可織[1]、岡本 創[1]、石元 裕史[2] (1.九州大学、2.気象研究所)

[ACG34-P06] Analysis of the Surface Echo Characteristics Derived from GPM/DPR Wide Swath Observation Experiment

*山本 晃輔[1]、古川 欣司[1]、高橋 暢宏[2]、久保田 拓志[1] (1.宇宙航空研究開発機構、2.名古屋大学)

[ACG34-P07] 全球降水観測(GPM)ミッションの日本における最近の成果

*沖 理子[1]、久保田 拓志[1]、古川 欣司[1]、金子 有紀[1]、山地 萌果[1]、山本 晃輔[1]、井口 俊夫[2]、高薮 縁[3] (1.宇宙航空研究開発機構、2.情報通信研究機構、3.東京大学)

[ACG34-P08] **衛星全球降水マップGSMaPの誤差幅情報の提供にむけた検証**

*山地 萌果[1]、久保田 拓志[1] (1.宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター)

[ACG34-P09] Detection of the mixed phase top using the measured dual-frequency ratio of reflectivity with GPM/DPR

*金子 有紀[1]、井口 俊夫[2] (1.国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構、2.国立研究開発法人 情報通信研究機構)

[ACG34-P10] **衛星による高頻度降雨推定データとAPHRODITE-2地上雨量計観測データの相互比較**

*広瀬 民志[1]、豊嶋 紘一[1]、樋口 篤志[1]、谷田貝 亜紀代[2]、安富 奈津子[3] (1.千葉大学環境リモートセンシング研究センター、2.弘前大学、3.京都大学防災研究所)

[ACG34-P11] ひまわり8号を用いた高分解GSMaPの開発

*妻鹿 友昭[1]、牛尾 知雄[1] (1.首都大学東京)

[ACG34-P12] 軌道上でのGCOM-C/SGLI偏光感度評価

*宮崎 理紗[1]、村上 浩[1]、堀 雅裕[1] (1.宇宙航空研究開発機構)

[ACG34-P13] Analysis of SGLI validation datas based on the effects of the growth and ground types for the AGB development

*石橋 良太[1]、梶原 康司[1]、本多 嘉明[1] (1.千葉大学環境リモートセンシング研究センター)

[ACG34-P14] Remote sensing of aerosol optical properties and water-leaving radiance based on the optimal estimation approach

*Chong Shi[1]、中島 映至[1]、橋本 真喜子[1]、竹中 栄晶[1] (1.宇宙航空研究開発機構)

[ACG34-P15] GOSAT/TANSO-CAIを用いた大気エアロゾル推定とPM2.5の導出

*橋本 真喜子[1]、竹中 栄晶[1]、中島 映至[1]、日暮 明子[2] (1.宇宙航空研究開発機構、2.国立環境研究所)

[ACG34-P16] **Establishing a high resolution road fugitive dust emission inventory in Kaifeng City, China**

*Yiming Xu[1]、Shili Liu[1]、Xinyue Cao[1]、Xianbao Shen[1]、Zhiliang Yao[1] (1.Department of Environmental Science and Engineering, Beijing Technology and Business University)

[ACG34-P17] A Relationship between Diurnal Change Patterns of Land Surface Temperature and Spatial Configuration of the Osaka Metropolitan Area Captured by Himawari-8

*山本 雄平[1]、石川 裕彦[1] (1.京都大学防災研究所)

[E] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_12

[A-CG34] 衛星による地球環境観測

コンビーナ:沖 理子(宇宙航空研究開発機構)、本多 嘉明(千葉大学環境リモートセンシング研究センター)、高薮 縁(東京大学 大気海洋研究所)、松永 恒雄(国立環境研究所地球環境研究センター／衛星観測センター)

[ACG34-P01] **Impact of usage of multiple-satellite sensors on accuracy of daily-mean sea surface wind data**

*小泉 あゆみ[1]、久保田 雅久[2]、轡田 邦夫[3]、富田 裕之[4]、日原 勉[5] (1.東海大学大学院海洋学研究科海洋学専攻、2.東海大学海洋研究所、3.東海大学海洋学部海洋地球科学科、4.名古屋大学宇宙地球環境研究所、5.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[ACG34-P02] Temperature and Size Variability of Warm Pools in the Global Oceans

*ChunYi Lin[1] (1.National Museum of Marine Science & Technology)

[ACG34-P03] Sea surface temperature from SGLI aboard the GCOM-C satellite of JAXA

*Yukio Kurihara[1]、緒方 一紀[2]、村上 浩[2]、可知 美佐子[2] (1.Tripli-I Co., Ltd.、2.JAXA EORC)

[ACG34-P04] Concept of small satellite UV/visible imaging spectrometer optimized for tropospheric NO_2 measurements in air quality monitoring

*環 藤繩[1,5]、Noguchi Katsuyuki[2]、Kuze Akihiko[3]、Richter Andreas[4]、Burrows John[4]、Meier Andreas[4]、Sato Tomohiro[1]、Kuroda Takeshi[1]、Yoshida Naohiro[5]、KASAI YASUKO[1,5] (1.National Institute of Information and Communications Technology、2.Nara Women's University、3.Japan Aerospace Exploration Agency、4.University of Bremen、5.Tokyo Institute of Technology)

[ACG34-P05] EarthCARE L2 algorithms for cloud and precipitation

*佐藤 可織[1]、岡本 創[1]、石元 裕史[2] (1.九州大学、2.気象研究所)

[ACG34-P06] Analysis of the Surface Echo Characteristics Derived from GPM/DPR Wide Swath Observation Experiment

*山本 晃輔[1]、古川 欣司[1]、高橋 暢宏[2]、久保田 拓志[1] (1.宇宙航空研究開発機構、2.名古屋大学)

[ACG34-P07] 全球降水観測(GPM)ミッションの日本における最近の成果

*沖 理子[1]、久保田 拓志[1]、古川 欣司[1]、金子 有紀[1]、山地 萌果[1]、山本 晃輔[1]、井口 俊夫[2]、高薮 縁[3] (1.宇宙航空研究開発機構、2.情報通信研究機構、3.東京大学)

[ACG34-P08] **衛星全球降水マップGSMaPの誤差幅情報の提供にむけた検証**

*山地 萌果[1]、久保田 拓志[1] (1.宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター)

[ACG34-P09] Detection of the mixed phase top using the measured dual-frequency ratio of reflectivity with GPM/DPR

*金子 有紀[1]、井口 俊夫[2] (1.国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構、2.国立研究開発法人 情報通信研究機構)

[ACG34-P10] **衛星による高頻度降雨推定データとAPHRODITE-2地上雨量計観測データの相互比較**

*広瀬 民志[1]、豊嶋 紘一[1]、樋口 篤志[1]、谷田貝 亜紀代[2]、安富 奈津子[3] (1.千葉大学環境リモートセンシング研究センター、2.弘前大学、3.京都大学防災研究所)

[ACG34-P11] ひまわり8号を用いた高分解GSMaPの開発

*妻鹿 友昭[1]、牛尾 知雄[1] (1.首都大学東京)

[ACG34-P12] 軌道上でのGCOM-C/SGLI偏光感度評価

*宮崎 理紗[1]、村上 浩[1]、堀 雅裕[1] (1.宇宙航空研究開発機構)

[ACG34-P13] Analysis of SGLI validation datas based on the effects of the growth and ground types for the AGB development

*石橋 良太[1]、梶原 康司[1]、本多 嘉明[1] (1.千葉大学環境リモートセンシング研究センター)

[ACG34-P14] Remote sensing of aerosol optical properties and water-leaving radiance based on the optimal estimation approach

*Chong Shi[1]、中島 映至[1]、橋本 真喜子[1]、竹中 栄晶[1] (1.宇宙航空研究開発機構)

[ACG34-P15] GOSAT/TANSO-CAIを用いた大気エアロゾル推定とPM2.5の導出

*橋本 真喜子[1]、竹中 栄晶[1]、中島 映至[1]、日暮 明子[2] (1.宇宙航空研究開発機構、2.国立環境研究所)

[ACG34-P16] **Establishing a high resolution road fugitive dust emission inventory in Kaifeng City, China**

*Yiming Xu[1]、Shili Liu[1]、Xinyue Cao[1]、Xianbao Shen[1]、Zhiliang Yao[1] (1.Department of Environmental Science and Engineering, Beijing Technology and Business University)

[ACG34-P17] A Relationship between Diurnal Change Patterns of Land Surface Temperature and Spatial Configuration of the Osaka Metropolitan Area Captured by Himawari-8

*山本 雄平[1]、石川 裕彦[1] (1.京都大学防災研究所)

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

15:30 ~ 17:00 | 302 3F

[A-CG34] 衛星による地球環境観測

コンビーナ:沖 理子(宇宙航空研究開発機構)、本多 嘉明(千葉大学環境リモートセンシング研究センター)、高薮 縁(東京大学 大気海洋研究所)、松永 恒雄(国立環境研究所地球環境研究センター／衛星観測センター)、座長:松永 恒雄

15:30 ~ 15:45

[ACG34-19] How GOSAT has survived in-orbit anomalies and calibrated radiance spectra for 10 years.

★Invited Papers

*久世 暁彦[1]、hiroshi Suto[1]、Kei Shiomi[1]、菊地 信弘[1]、橋本 真喜子[1]、Fumie Kataoka[2] (1.宇宙航空研究開発機構、2.リモート・センシング技術センター)

15:45 ~ 16:00

[ACG34-20] Estimating regional anthropogenic methane emissions with GOSAT satellite retrievals and ground-based observations

*Shamil Maksyutov[1]、Aki Tsuruta[2]、Rajesh Janardanan[1]、Fenjuan Wang[1]、Akihiko Ito[1]、Motoki Sasakawa[1]、Toshinobu Machida[1]、Isamu Morino[1]、Yukio Yoshida[1]、Johannes Kaiser[3]、Greet Janssens-Maenhout[4]、Ed Dlugokencky[5]、Tsuneo Matsunaga[1] (1.National Institute for Environmental Studies、2.Finnish Meteorological Institute、3.Deutscher Wetterdienst、4.European Commission, Joint Research Centre 、5.National Oceanic and Atmospheric Administration, Global Monitoring Division)

16:00 ~ 16:15

[ACG34-21] The Status and the Future Plan of GOSAT-2 Level 2 and 4 Products

★Invited Papers

*松永 恒雄[1]、森野 勇[1]、吉田 幸生[1]、齊藤 誠[1]、野田 響[1]、大山 博史[1]、亀井 秋秀[1]、河添 史絵[1]、今須 良一[2]、中島 映至[4]、中島 孝[5]、齋藤 尚子[3]、橋本 真喜子[4] (1.国立環境研究所地球環境研究センター／衛星観測センター、2.東京大学、3.千葉大学、4.宇宙航空研究開発機構、5.東海大学)

16:15 ~ 16:30

[ACG34-22] 温室効果ガス観測技術衛星2号機搭載CAI-2による雲判別プロダクトの初期確認

*石原 吉明[1]、大石 優[2]、石田 春磨[3]、中島 孝[4] (1.国立環境研究所、2.農研機構、3.気象庁、4.東海大学)

16:30 ~ 16:45

[ACG34-23] **Drought monitoring and evaluation performance of temperature vegetation drought index (TVDI) over Eurasia**

*Fengmei Yao[1]、Siqi Shi[1]、Jiahua Zhang[2] (1.UCAS University of Chinese Academy of Sciences、2.Institute of Remote Sensing and Digital Earth, Chinese Academy of Sciences)

16:45 ~ 17:00

[ACG34-24] **IMPACT OF CHANGE IN LAND USE AND LAND COVER PATTERN ON LAND SURFACE TEMPERATURE AND THERMAL COMFORT USING MICRO-SCALE AREA MODEL: CASE STUDY OF AN EDUCATIONAL CAMPUS.**

*DILJIT KUMAR NAYAK[1]、MANJU MOHAN[1] (1.IIT DELHI)

[J] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

10:45 ~ 12:15 | 106 1F

[A-CG36] 地球環境科学と人工知能

コンビーナ:冨田 智彦(熊本大学大学院 先端科学研究部)、福井 健一(大阪大学)、松岡 大祐(海洋研究開発機構)、小野 智司(鹿児島大学)、座長:冨田 智彦(熊本大学 大学院先端科学研究部 基礎科学部門)

10:50 ~ 11:20

[ACG36-01] ディープニューラルネットワークモデルの最近の発展とその応用

★招待講演

*白川 真一[1] (1.横浜国立大学)

11:20 ~ 11:35

[ACG36-02] 大気化学的知見に基づく学習データの最適化によるオキシダント機械学習予測精度の向上

*佐藤 知紘[1]、趙 培江[1]、是津 耕司[1] (1.情報通信研究機構)

11:35 ~ 11:50

[ACG36-03] Spatiotemporal Climate Forecasting with ConvLSTM

*Ekasit Phermphoonphiphat[1]、Tomohiko Tomita[3]、Masayuki Numao[2]、Ken-ichi Fukui[2] (1.Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University、2.The Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University、3.Faculty of Advanced Science and Technology, Kumamoto University)

11:50 ~ 12:05

[ACG36-04] 深層学習に基づく説明変数を考慮した海氷密接度の短期予測手法

*川嶋 一誠[1]、神山 徹[1]、杉本 隆[1]、中村 良介[1] (1.国立研究開発法人産業技術総合研究所)

[J] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

13:45 ~ 15:15 | 104 1F

[A-CG36] 地球環境科学と人工知能

コンビーナ:冨田 智彦(熊本大学大学院 先端科学研究部)、福井 健一(大阪大学)、松岡 大祐(海洋研究開発機構)、小野 智司(鹿児島大学)、座長:冨田 智彦(熊本大学 大学院先端科学研究部 基礎科学部門)

13:45 ~ 14:00

[ACG36-05] **深層学習と三次元大気放射伝達モデルを用いた雲のリモートセンシング**

*岩渕 弘信[1]、増田 涼佑[1]、K. Sebastian Schmidt[2,3]、Damiani Alessandro[4]、工藤 玲[5] (1.東北大学大学院理学研究科、2.コロラド大学大気海洋学研究科、3.コロラド大学大気宇宙物理学研究所、4.千葉大学環境リモートセンシング研究センター、5.気象研究所)

14:00 ~ 14:15

[ACG36-06] 全方位カメラ画像を用いた夜間の雲量時系列化

*宮部 花鈴[1]、小郷原 一智[1] (1.滋賀県立大学)

14:15 ~ 14:30

[ACG36-07] 全天空画像および基本気象要素を用いた雲量の時系列予測

*小郷原 一智[1]、園田 哲平[2] (1.滋賀県立大学工学部、2.滋賀県立大学大学院工学研究科)

14:30 ~ 14:45

[ACG36-08] 時系列データに基づく帰納的降水量予測の基礎検討

*松本 直樹[1]、冨田 智彦[1]、福井 健一[2] (1.熊本大学、2.大阪大学)

14:45 ~ 15:00

[ACG36-09] 機械学習を用いたSAR画像中の船舶の検出

*園家 俊[1]、出村 裕英[1] (1.会津大学)

[J] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_6

[A-CG36] 地球環境科学と人工知能

コンビーナ:冨田 智彦(熊本大学大学院 先端科学研究部)、福井 健一(大阪大学)、松岡 大祐(海洋研究開発機構)、小野 智司(鹿児島大学)

[ACG36-P01] **Automatic Detection of Illegal Waste Sites in UAS Orthoimages**

Wei-De Chen[1]、*Yu-Ching Lin[1]、Hsien-Min Wu[1] (1.Chung Cheng Institute of Technology, Taiwan)

[ACG36-P02] Using machine learning models to predict the benefits of solar power generation in northern Taiwan

*SHIH-CHIAO TSAI[1]、KUO-CHIH HUANG[1]、DUN-REN GUO[1] (1.National Defense Univ.)

[ACG36-P03] 3次元畳み込みニューラルネットワークを用いた気象時系列データにおける変化点の検知と注目範囲の可視化

*小野 智司[1]、前原 宗太朗[1]、木下 貴裕[1]、福井 健一[2]、冨田 智彦[3] (1.鹿児島大学、2.大阪大学、3.熊本大学)

[ACG36-P04] 富士川周辺地域における素因と誘因を考慮した機械学習による土砂災害危険度推定

*相馬 一義[1]、黒田 晴[2]、倉上 健[2]、宮本 崇[1] (1.山梨大学大学院総合研究部、2.山梨大学大学院医工農学総合教育部)

[ACG36-P05] 短期気象予測における降水量ガイダンスへの深層学習の活用に関する検討

*倉上 健[1]、相馬 一義[1]、宮本 崇[1]、古屋 貴彦[1]、馬籠 純[1]、石平 博[1] (1.山梨大学)

[ACG36-P06] 降水イベントの発生数比率にみる日本の降水の空間分布特性

*荻野 健太[1]、冨田 智彦[1]、松本 直樹[1] (1.熊本大学)

[J] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_13

[A-CG36] 地球環境科学と人工知能

コンビーナ:冨田 智彦(熊本大学大学院 先端科学研究部)、福井 健一(大阪大学)、松岡 大祐(海洋研究開発機構)、小野 智司(鹿児島大学)

[ACG36-P01] **Automatic Detection of Illegal Waste Sites in UAS Orthoimages**

Wei-De Chen[1]、*Yu-Ching Lin[1]、Hsien-Min Wu[1] (1.Chung Cheng Institute of Technology, Taiwan)

[ACG36-P02] Using machine learning models to predict the benefits of solar power generation in northern Taiwan

*SHIH-CHIAO TSAI[1]、KUO-CHIH HUANG[1]、DUN-REN GUO[1] (1.National Defense Univ.)

[ACG36-P03] 3次元畳み込みニューラルネットワークを用いた気象時系列データにおける変化点の検知と注目範囲の可視化

*小野 智司[1]、前原 宗太朗[1]、木下 貴裕[1]、福井 健一[2]、冨田 智彦[3] (1.鹿児島大学、2.大阪大学、3.熊本大学)

[ACG36-P04] 富士川周辺地域における素因と誘因を考慮した機械学習による土砂災害危険度推定

*相馬 一義[1]、黒田 晴[2]、倉上 健[2]、宮本 崇[1] (1.山梨大学大学院総合研究部、2.山梨大学大学院医工農学総合教育部)

[ACG36-P05] 短期気象予測における降水量ガイダンスへの深層学習の活用に関する検討

*倉上 健[1]、相馬 一義[1]、宮本 崇[1]、古屋 貴彦[1]、馬籠 純[1]、石平 博[1] (1.山梨大学)

[ACG36-P06] 降水イベントの発生数比率にみる日本の降水の空間分布特性

*荻野 健太[1]、冨田 智彦[1]、松本 直樹[1] (1.熊本大学)

[J] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

9:00 ~ 10:30 | 303 3F

[A-CG37] 北極域の科学

コンビーナ:漢那 直也(北海道大学北極域研究センター)、庭野 匡思(気象研究所)、中村 哲(北海道大学大学院地球環境科学研究院)、鄭 峻介(北海道大学 北極域研究センター)、座長:中村 哲(北海道大学地球環境科学研究院)、鄭 俊介(北海道大学 北極域研究センター)

9:00 ~ 9:15

[ACG37-01] **Arctic midlatitude linkage modulated by the QBO**

*Jinro Ukita[1]、Kazuhiro Hoshi[1]、Meiji Honda[1]、Tetsu Nakamura[2]、Koji Yamazaki[2] (1.Niigata University、2.Hokkaido University)

9:15 ~ 9:30

[ACG37-02] **北極振動と南極振動とのシンクロ**

*立花 義裕[1]、井上 裕介[1]、小松 謙介[1]、中村 哲[2]、本田 明治[3]、緒方 香都[1,4]、山崎 孝治[2] (1.三重大学、2.北海道大学、3.新潟大学、4.気象庁)

9:30 ~ 9:45

[ACG37-03] Marginal ice zone sea ice observations in the refreezing Chukchi Sea

*野瀬 毅彦[1]、小平 翼[1]、早稲田 卓爾[1]、猪上 淳[2] (1.東京大学、2.国立極地研究所)

9:45 ~ 10:00

[ACG37-04] **東ユーラシアの5つの領域における機械学習を使った森林火災と大気汚染の予測**

*安成 哲平[1,2]、瀧川 一学[3]、Kim Kyu-Myong[4]、da Silva Arlindo[4] (1.北海道大学　大学院工学研究院、2.北海道大学　北極域研究センター、3.北海道大学　大学院情報科学研究科、4.NASA Goddard Space Flight Center)

10:00 ~ 10:15

[ACG37-05] Hydrological Changes in the Four Largest Siberian Arctic River Basins

*鈴木 和良[1]、檜山 哲哉[2]、市井 和仁[3]、飯島 慈裕[4]、松尾 功二[5]、山崎 大[6,1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.名古屋大学宇宙地球環境研究所、3.千葉大学、4.三重大学生物資源学研究科、5.国土地理院、6.東京大学生産技術研究所)

10:15 ~ 10:30

[ACG37-06] LバンドSARによる中央ヤクーチアにおけるサーモカルストに伴う地盤沈下マッピング

*阿部 隆博[1]、岩花 剛[2,3]、田殿 武雄[1] (1.国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター、2.アラスカ大学フェアバンクス校 国際北極圏研究センター、3.北海道大学 北極域研究センター)

[J] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

10:45 ~ 12:15 | 303 3F

[A-CG37] 北極域の科学

コンビーナ:漢那 直也(北海道大学北極域研究センター)、庭野 匡思(気象研究所)、中村 哲(北海道大学大学院地球環境科学研究院)、鄭 峻介(北海道大学 北極域研究センター)、座長:鄭 俊介(北海道大学 北極域研究センター)、庭野 匡思(気象研究所)

10:45 ~ 11:00

[ACG37-07] 東シベリア・バタガイ周辺における森林火災に伴う永久凍土の融解沈下と凍上量の時空間変化

*柳谷 一輝[1]、古屋 正人[2] (1.北海道大学大学院理学院、2.北海道大学大学院理学研究院)

11:00 ~ 11:15

[ACG37-08] 近年の気候変動に伴う凍土海岸変動ダイナミクス：西シベリア北極海カラ海の例

*Kioka A.[1,2]、Isaev V.S.[2]、Koshurnikov A.V.[2]、Pogorelov A.[2]、Amangurov R.M.[2]、Podchasov O.[2]、Sergeev D.O.[3]、Buldovich S.N.[2]、Aleksyutina D.M.[4]、Grishakina E.A.[5] (1.インスブルック大学地質学専攻、2.モスクワ大学凍土学専攻、3.ロシア科学アカデミーSergeev環境地球科学研究所、4.モスクワ大学北極域地生態研究センター、5.ロシア科学アカデミーVernadsky地球化学・分析化学研究所)

11:15 ~ 11:30

[ACG37-09] グリーンランド北西部Heilprin氷河の末端位置変動における基盤地形の影響

*浅地 泉[1,2]、榊原 大貴[3]、安藤 卓人[3]、杉山 慎[1] (1.北海道大学低温科学研究所、2.北海道大学大学院環境科学院、3.北海道大学北極域研究センター)

11:30 ~ 11:45

[ACG37-10] グリーンランド北西部カナック氷河における融解水の流出と洪水

*近藤 研[1,2]、榊原 大貴[3,2]、福本 峻吾[1,2]、杉山 慎[2] (1.北海道大学環境科学院、2.北海道大学低温科学研究所、3.北海道大学北極域研究センター)

11:45 ~ 12:00

[ACG37-11] グリーンランド北西部のシオラパルク付近におけるおろし風の出現頻度

*橋本 明弘[1]、山崎 哲秀[2]、青木 輝夫[3,1]、庭野 匡思[1]、山口 悟[4] (1.気象研究所、2.アバンナット北極プロジェクト、3.岡山大学　大学院自然科学研究科、4.防災科学技術研究所　雪氷防災研究センター)

12:00 ~ 12:15

[ACG37-12] **Impacts of clouds on the Greenland ice sheet surface melt and mass balance**

*庭野 匡思[1]、橋本 明弘[1]、青木 輝夫[2] (1.気象研究所、2.岡山大学大学院自然科学研究科)

[J] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_4

[A-CG37] 北極域の科学

コンビーナ:漢那 直也(北海道大学北極域研究センター)、庭野 匡思(気象研究所)、中村 哲(北海道大学大学院地球環境科学研究院)、鄭 峻介(北海道大学 北極域研究センター)

[ACG37-P01] 冬季北極域における下向き長波放射の増加傾向についての考察

*三和 祐太[1]、野沢 徹[2] (1.岡山大学　理学部、2.岡山大学大学院　自然科学研究科)

[ACG37-P02] 北極温暖化に伴うユーラシア陸面過程の気候メモリ効果

*中村 哲[1]、山崎 孝治[1]、佐藤 友徳[1]、浮田 甚郎[2] (1.北海道大学大学院地球環境科学研究院、2.新潟大学理学部)

[ACG37-P03] アラスカ周辺域における夏季降水量と大気水循環の年々変動

*森野 祥平[1]、檜山 哲哉[2]、藤波 初木[2]、金森 大成[2]、植山 雅仁[3] (1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.名古屋大学宇宙地球環境研究所、3.大阪府立大学大学院生命環境科学研究科)

[ACG37-P04] 初冬の極夜ジェットの季節進行の停滞とシベリアの寒冷化

*安藤 雄太[1]、山崎 孝治[2]、立花 義裕[1]、小木 雅世[3]、浮田 甚郎[4] (1.三重大学大学院 生物資源学研究科、2.北海道大学、3.マニトバ大学、4.新潟大学 理学部)

[ACG37-P05] Recent breakdown of the seasonal linkage between the winter North Atlantic Oscillation/Northern Annular Mode and summer Northern Annular Mode

*山崎 孝治[1]、立花 義裕[2]、小木 雅世[1]、中村 哲[1]、大島 和裕[3] (1.北海道大学、2.三重大学、3.環境科学技術研究所)

[ACG37-P06] 2017/18年冬季の異常な中高緯度大気循環に影響した異常なチャクチ海の海氷減少

*太田 圭祐[1]、立花 義裕[1]、小松 謙介[1]、Vladimir Alexeev[2]、Lei Cai[2]、安藤 雄太[1] (1.三重大学大学院 生物資源学研究科、2.アラスカ大学)

[ACG37-P07] Flood affects vegetation at plant species level to regional level: *Arctagrostis latifolia* increased one year after flooding in Indigirka lowland, northeastern Siberia

*両角 友喜[1,2]、鍾 仕鴻[1]、新宮原 諒[5,1]、鄭 峻介[2]、鷹野 真也[1]、樊 栄[1,2]、宮本 裕美子[2]、ルスラン シャクマトフ[1]、永井 信[3]、小林 秀樹[3]、鈴木 力英[3]、マキシモフ トロフィム[4,6]、杉本 敦子[2,7] (1.北海道大学大学院　環境科学院、2.北海道大学　北極域研究センター、3.海洋研究開発機構、4.寒冷圏生物学問題研究所、5.名古屋大学大学院 環境学研究科、6.北東連邦大学、7.北海道大学　国際連携研究教育局)

[ACG37-P08] Extent and cause of an extreme flooding occurred in spring - summer 2017 over the Indigirka River lowland in Northeastern Siberia

*鄭 峻介[1]、両角 友喜[2]、永井 信[3]、鷹野 真也[2]、杉本 敦子[1]、新宮原 諒[4]、ファン ロン[2]、ヒョードルフ アレキサンダー[5]、マキシモフ トロフィーム[6] (1.北海道大学 北極域研究センター、2.北海道大学大学院環境科学院、3.海洋開発研究機構、4.名古屋大学大学院環境学研究科、5.メルニコフ永久凍土研究所、6.北東連邦大学)

[ACG37-P09] Monitoring of the light absorbing aerosols and the impact on radiation budget of atmosphere and snow

*保坂 征宏[1]、石元 裕史[1]、谷川 朋範[1]、庭野 匡思[1]、足立 光司[1]、大島 長[1]、梶野 瑞王[1]、田中 泰宙[1]、的場 澄人[2] (1.気象研究所、2.北海道大学)

[ACG37-P10] Mass concertation and particle number of black carbon on glaciers in the eastern Alaskan Range, Alaska USA

*紺屋 恵子[1]、Miyakawa Takuma[1]、Takigawa Masayuki[1]、Yamaguchi Masahiro[1]、O'neel Shad[2]、Truffer Martin[3] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、2.USGS、3.University of Alaska, Fairbanks)

[ACG37-P11] Remote estimation of phenological shifts in phytoplankton community in the Pacific Arctic Region

*和賀 久朋[1]、平譯 享[1] (1.北海道大学)

[ACG37-P12] Seasonality of diatom and silicoflagellate assemblages observed in settling particles of the western Arctic Ocean

*小野寺 丈尚太郎[1,2]、渡邉 英嗣[2]、原田 尚美[1,2] (1.海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター、2.海洋研究開発機構北極環境変動総合研究センター)

[ACG37-P13] Iron and macronutrient distributions near the fronts of marine-terminating glaciers in Inglefield Gulf, northwestern Greenland

*漢那 直也[1]、杉山 慎[2]、安藤 卓人[1]、浅地 泉[3,2]、藤支 良貴[3,2]、西岡 純[2] (1.北海道大学北極域研究センター、2.北海道大学低温科学研究所、3.北海道大学環境科学院)

[ACG37-P14] グリーンランド北西部・Bowdoinフィヨルドの堆積物を用いた古環境復元の可能性

*安藤 卓人[1]、漢那 直也[1]、浅地 泉[2,3]、藤支 良貴[2,3]、杉山 慎[1,2,3] (1.北海道大学 北極域研究センター、2.北海道大学 低温科学研究所、3.北海道大学大学院　地球環境科学院)

[ACG37-P15] A large-eddy simulation of upwelling meltwater plume at marine-terminating glacier fronts

*松村 義正[1]、漢那 直也[2]、杉山 慎[3,2] (1.東京大学 大気海洋研究所、2.北海道大学 北極域研究センター、3.北海道大学 低温科学研究所)

[ACG37-P16] Impact of observation-based snow/ice albedo with starting temperature of −2°C for surface melting effect on a global ocean simulation

*豊田 隆寛[1]、青木 輝夫[1,2]、庭野 匡思[1]、谷川 朋範[1]、浦川 昇吾[1]、辻野 博之[1]、中野 英之[1]、坂本 圭[1]、広瀬 成章[1]、山中 吾郎[1] (1.気象庁気象研究所、2.岡山大学大学院自然科学研究科)

[J] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_14

[A-CG37] 北極域の科学

コンビーナ:漢那 直也(北海道大学北極域研究センター)、庭野 匡思(気象研究所)、中村 哲(北海道大学大学院地球環境科学研究院)、鄭 峻介(北海道大学 北極域研究センター)

[ACG37-P01] 冬季北極域における下向き長波放射の増加傾向についての考察

*三和 祐太[1]、野沢 徹[2] (1.岡山大学　理学部、2.岡山大学大学院　自然科学研究科)

[ACG37-P02] 北極温暖化に伴うユーラシア陸面過程の気候メモリ効果

*中村 哲[1]、山崎 孝治[1]、佐藤 友徳[1]、浮田 甚郎[2] (1.北海道大学大学院地球環境科学研究院、2.新潟大学理学部)

[ACG37-P03] アラスカ周辺域における夏季降水量と大気水循環の年々変動

*森野 祥平[1]、檜山 哲哉[2]、藤波 初木[2]、金森 大成[2]、植山 雅仁[3] (1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.名古屋大学宇宙地球環境研究所、3.大阪府立大学大学院生命環境科学研究科)

[ACG37-P04] 初冬の極夜ジェットの季節進行の停滞とシベリアの寒冷化

*安藤 雄太[1]、山崎 孝治[2]、立花 義裕[1]、小木 雅世[3]、浮田 甚郎[4] (1.三重大学大学院 生物資源学研究科、2.北海道大学、3.マニトバ大学、4.新潟大学 理学部)

[ACG37-P05] Recent breakdown of the seasonal linkage between the winter North Atlantic Oscillation/Northern Annular Mode and summer Northern Annular Mode

*山崎 孝治[1]、立花 義裕[2]、小木 雅世[1]、中村 哲[1]、大島 和裕[3] (1.北海道大学、2.三重大学、3.環境科学技術研究所)

[ACG37-P06] 2017/18年冬季の異常な中高緯度大気循環に影響した異常なチャクチ海の海氷減少

*太田 圭祐[1]、立花 義裕[1]、小松 謙介[1]、Vladimir Alexeev[2]、Lei Cai[2]、安藤 雄太[1] (1.三重大学大学院 生物資源学研究科、2.アラスカ大学)

[ACG37-P07] Flood affects vegetation at plant species level to regional level: *Arctagrostis latifolia* increased one year after flooding in Indigirka lowland, northeastern Siberia

*両角 友喜[1,2]、鍾 仕鴻[1]、新宮原 諒[5,1]、鄭 峻介[2]、鷹野 真也[1]、樊 栄[1,2]、宮本 裕美子[2]、ルスラン シャクマトフ[1]、永井 信[3]、小林 秀樹[3]、鈴木 力英[3]、マキシモフ トロフィム[4,6]、杉本 敦子[2,7] (1.北海道大学大学院　環境科学院、2.北海道大学　北極域研究センター、3.海洋研究開発機構、4.寒冷圏生物学問題研究所、5.名古屋大学大学院 環境学研究科、6.北東連邦大学、7.北海道大学　国際連携研究教育局)

[ACG37-P08] Extent and cause of an extreme flooding occurred in spring - summer 2017 over the Indigirka River lowland in Northeastern Siberia

*鄭 峻介[1]、両角 友喜[2]、永井 信[3]、鷹野 真也[2]、杉本 敦子[1]、新宮原 諒[4]、ファン ロン[2]、ヒョードルフ アレキサンダー[5]、マキシモフ トロフィーム[6] (1.北海道大学 北極域研究センター、2.北海道大学大学院環境科学院、3.海洋開発研究機構、4.名古屋大学大学院環境学研究科、5.メルニコフ永久凍土研究所、6.北東連邦大学)

[ACG37-P09] Monitoring of the light absorbing aerosols and the impact on radiation budget of atmosphere and snow

*保坂 征宏[1]、石元 裕史[1]、谷川 朋範[1]、庭野 匡思[1]、足立 光司[1]、大島 長[1]、梶野 瑞王[1]、田中 泰宙[1]、的場 澄人[2] (1.気象研究所、2.北海道大学)

[ACG37-P10] Mass concertation and particle number of black carbon on glaciers in the eastern Alaskan Range, Alaska USA

*紺屋 恵子[1]、Miyakawa Takuma[1]、Takigawa Masayuki[1]、Yamaguchi Masahiro[1]、O'neel Shad[2]、Truffer Martin[3] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、2.USGS、3.University of Alaska, Fairbanks)

[ACG37-P11] Remote estimation of phenological shifts in phytoplankton community in the Pacific Arctic Region

*和賀 久朋[1]、平譯 享[1] (1.北海道大学)

[ACG37-P12] Seasonality of diatom and silicoflagellate assemblages observed in settling particles of the western Arctic Ocean

*小野寺 丈尚太郎[1,2]、渡邉 英嗣[2]、原田 尚美[1,2] (1.海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター、2.海洋研究開発機構北極環境変動総合研究センター)

[ACG37-P13] Iron and macronutrient distributions near the fronts of marine-terminating glaciers in Inglefield Gulf, northwestern Greenland

*漢那 直也[1]、杉山 慎[2]、安藤 卓人[1]、浅地 泉[3,2]、藤支 良貴[3,2]、西岡 純[2] (1.北海道大学北極域研究センター、2.北海道大学低温科学研究所、3.北海道大学環境科学院)

[ACG37-P14] グリーンランド北西部・Bowdoinフィヨルドの堆積物を用いた古環境復元の可能性

*安藤 卓人[1]、漢那 直也[1]、浅地 泉[2,3]、藤支 良貴[2,3]、杉山 慎[1,2,3] (1.北海道大学 北極域研究センター、2.北海道大学 低温科学研究所、3.北海道大学大学院　地球環境科学院)

[ACG37-P15] A large-eddy simulation of upwelling meltwater plume at marine-terminating glacier fronts

*松村 義正[1]、漢那 直也[2]、杉山 慎[3,2] (1.東京大学 大気海洋研究所、2.北海道大学 北極域研究センター、3.北海道大学 低温科学研究所)

[ACG37-P16] Impact of observation-based snow/ice albedo with starting temperature of −2°C for surface melting effect on a global ocean simulation

*豊田 隆寛[1]、青木 輝夫[1,2]、庭野 匡思[1]、谷川 朋範[1]、浦川 昇吾[1]、辻野 博之[1]、中野 英之[1]、坂本 圭[1]、広瀬 成章[1]、山中 吾郎[1] (1.気象庁気象研究所、2.岡山大学大学院自然科学研究科)

[J] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

15:30 ~ 17:00 | 303 3F

[A-CG37] 北極域の科学

コンビーナ:漢那 直也(北海道大学北極域研究センター)、庭野 匡思(気象研究所)、中村 哲(北海道大学大学院地球環境科学研究院)、鄭 峻介(北海道大学 北極域研究センター)、座長:漢那 直也(北海道大学 北極域研究センター)

15:30 ~ 15:45

[ACG37-13] 国際北極科学委員会プロジェクト「T-MOSAiC」紹介

内田 雅己[1]、*末吉 哲雄[1] (1.情報・システム研究機構　国立極地研究所)

15:45 ~ 16:00

[ACG37-14] ICESatならびにCryoSat-2 dataを用いたオホーツク海の氷厚ならびにice volumeの推定

*二橋 創平[1]、Kurtz Nathan[2]、豊田 威信[3] (1.苫小牧高専、2.NASA GSFC、3.北海道大学 低温科学研究所)

16:00 ~ 16:15

[ACG37-15] Arctic Sea Ice Changes in the DAMIP experiments using the MRI Earth System Model

*相澤 拓郎[1]、石井 正好[2]、大島 長[2]、行本 誠史[2]、羽角 博康[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.気象研究所)

16:15 ~ 16:30

[ACG37-16] **Oceanographic Observation in the Refreezing Warm Chukchi Sea during 2018 Mirai Cruise**

*小平 翼[1]、野瀬 毅彦[1]、早稲田 卓爾[1]、猪上 淳[2] (1.東京大学、2.国立極地研究所)

16:30 ~ 16:45

[ACG37-17] **Observed Waves in the refreezing eastern Chukchi Sea during 2018 Mirai Cruise**

*早稲田 卓爾[1]、野瀬 毅彦[1]、小平 翼[1]、Kohout Alison[2]、Gemmrich Johannes[3]、Shen Hui[4]、Inoue Jun[5] (1.東京大学、2.National Institute of Water and Atmospheric Research、3.University of Victoria、4.Bedford Institute of Oceanography、5.National Institute for Polar Research)

16:45 ~ 17:00

[ACG37-18] グリーンランド北西部ボードインフィヨルドにおけるカービング氷河末端付近での係留系観測

*藤支 良貴[1,2]、深町 康[1,3]、漢那 直也[3]、杉山 慎[1,3] (1.北海道大学低温科学研究所、2.北海道大学大学院環境科学院、3.北海道大学北極域研究センター)

[J] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-DS 防災地球科学

13:45 ~ 15:15 | 106 1F

[H-DS15] 人間環境と災害リスク

コンビーナ:青木 賢人(金沢大学地域創造学類)、近藤 久雄(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)、座長:青木 賢人(金沢大学地域創造学類)

13:45 ~ 14:00

[HDS15-01] 空中写真判読と浅部物理探査結果の対比による埋土層の不均質分布とその液状化・流動化

*稲崎 富士[1]、小河原 敬徳[1] (1.土木研究所 つくば中央研究所 地質・地盤研究グループ)

14:00 ~ 14:15

[HDS15-02] 2018年北海道胆振東部地震に伴い変動した谷埋め盛土造成地の分布形態

*中埜 貴元[1]、藤原 智[1]、宇根 寛[1] (1.国土交通省国土地理院)

14:15 ~ 14:30

[HDS15-03] 自然堤防の比高による液状化危険度の違いについて

*小荒井 衛[1]、内山 滉太[1]、中埜 貴元[2] (1.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース、2.国土地理院)

14:30 ~ 14:45

[HDS15-04] **大規模水害時における社会的脆弱性の空間的分析−東京都葛飾区を事例に−**

*連 暁[1] (1.筑波大学)

14:45 ~ 15:00

[HDS15-05] 南海トラフ巨大地震に関する見通しの可視化の意義と方法

*福島 洋[1] (1.東北大学災害科学国際研究所)

15:00 ~ 15:15

[HDS15-06] リアルタイム防災情報を活用した効率的な津波避難の検討

*大石 裕介[1,2,3]、古村 孝志[2]、今村 文彦[3]、三原 宜輝[4]、牧野嶋 文泰[3]、山下 啓[3]、東山 孝生[5]、後藤 知範[5]、大村 誠[4]、永山 実幸[4] (1.富士通研究所、2.東京大学地震研究所、3.東北大学災害科学国際研究所、4.川崎市総務企画局危機管理室、5.富士通株式会社)

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-DS 防災地球科学

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_7

[H-DS15] 人間環境と災害リスク

コンビーナ:青木 賢人(金沢大学地域創造学類)、近藤 久雄(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)

[HDS15-P01] Validity Verification in Typhoon Disaster Prevention Model for Typhoon Damage Reduction– GUST Wind Speed, Maximum Wind Speed -

*Woo-Sik JUNG[1]、Hana Na[1] (1.Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea)

[HDS15-P02] A Study on the Assimilation of Meteorological Data and Sea Surface Temperature Data for Improving the Accuracy of WRF Prediction during Typhoon periods on the Korean Peninsula

*Woo-Sik JUNG[1]、Hana Na[1] (1.Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea)

[HDS15-P03] Validation and application of a finite element approach on field mechanically stabilized earth walls with secondary reinforcement

*BING-RU WU[1]、CHIH-HSUAN LIU[1]、CHING HUNG[1] (1.National Cheng Kung University)

[HDS15-P04] **EXPERIMENTAL STUDY ON POLYUREA-COATED RC SLAB SUBJECTED TO CONTACT EXPLOSIONS**

*Minghsien Wu[1]、Yingkuan Tsai[1]、Chien-Hsien Liu[1]、Pang-Ting Pai[1]、Feng-Cheng Yang[1]、Chun-Chia Huang[1] (1.Chung Cheng Institute of Technology National Defense University)

[HDS15-P05] Simulation and field investigation of scour and sediment transport after Dam removal in the mountainous creek in Central Taiwan

*Chunhung WU[1] (1.Feng Chia University)

[HDS15-P06] 平成30年7月豪雨における外水氾濫の素因の検討と体系化

*木村 佳菜子[1]、須貝 俊彦[2] (1.東京大学、2.東京大学大学院新領域創成科学研究科)

[HDS15-P07] ハザードマップポータルサイトにおける災害リスク情報の拡充と提供方法の高度化

*上芝 卓也[1]、藤井 夢佳[1]、吉松 直貴[1]、髙桑 紀之[1]、山崎 航[1]、諏訪部 順[1] (1.国土地理院)

[HDS15-P08] 確率論的断層変位ハザード解析における主断層評価式に関する検討―既知の活断層との関連性の考慮―

*神田 剛[1]、高尾 誠[1]、金戸 俊道[1]、荒川 武久[1] (1.東京電力ホールディングス株式会社)

[HDS15-P09] 2014年8月豪雨で発生した広島市の土石流災害における土砂堆積量の分布特性

*内山 庄一郎[1]、須貝 俊彦[2] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所、2.東京大学)

[HDS15-P10] 紀伊半島沿岸における津波被災後の土地利用変遷とその課題

*沖館 健太[1]、青木 賢人[2] (1.金沢大学人文学類、2.金沢大学地域創造学類)

[HDS15-P11] 米軍空中写真を用いた1947年カスリーン台風における河川氾濫に伴う赤城山南麓の建物被害の復元と建物被害集中域の土地条件の検討

*青山 雅史[1]、齋藤 由樹[2] (1.群馬大学教育学部、2.群馬大学大学院生)

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-DS 防災地球科学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_15

[H-DS15] 人間環境と災害リスク

コンビーナ:青木 賢人(金沢大学地域創造学類)、近藤 久雄(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)

[HDS15-P01] Validity Verification in Typhoon Disaster Prevention Model for Typhoon Damage Reduction– GUST Wind Speed, Maximum Wind Speed -

*Woo-Sik JUNG[1]、Hana Na[1] (1.Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea)

[HDS15-P02] A Study on the Assimilation of Meteorological Data and Sea Surface Temperature Data for Improving the Accuracy of WRF Prediction during Typhoon periods on the Korean Peninsula

*Woo-Sik JUNG[1]、Hana Na[1] (1.Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea)

[HDS15-P03] Validation and application of a finite element approach on field mechanically stabilized earth walls with secondary reinforcement

*BING-RU WU[1]、CHIH-HSUAN LIU[1]、CHING HUNG[1] (1.National Cheng Kung University)

[HDS15-P04] **EXPERIMENTAL STUDY ON POLYUREA-COATED RC SLAB SUBJECTED TO CONTACT EXPLOSIONS**

*Minghsien Wu[1]、Yingkuan Tsai[1]、Chien-Hsien Liu[1]、Pang-Ting Pai[1]、Feng-Cheng Yang[1]、Chun-Chia Huang[1] (1.Chung Cheng Institute of Technology National Defense University)

[HDS15-P05] Simulation and field investigation of scour and sediment transport after Dam removal in the mountainous creek in Central Taiwan

*Chunhung WU[1] (1.Feng Chia University)

[HDS15-P06] 平成30年7月豪雨における外水氾濫の素因の検討と体系化

*木村 佳菜子[1]、須貝 俊彦[2] (1.東京大学、2.東京大学大学院新領域創成科学研究科)

[HDS15-P07] ハザードマップポータルサイトにおける災害リスク情報の拡充と提供方法の高度化

*上芝 卓也[1]、藤井 夢佳[1]、吉松 直貴[1]、髙桑 紀之[1]、山崎 航[1]、諏訪部 順[1] (1.国土地理院)

[HDS15-P08] 確率論的断層変位ハザード解析における主断層評価式に関する検討―既知の活断層との関連性の考慮―

*神田 剛[1]、高尾 誠[1]、金戸 俊道[1]、荒川 武久[1] (1.東京電力ホールディングス株式会社)

[HDS15-P09] 2014年8月豪雨で発生した広島市の土石流災害における土砂堆積量の分布特性

*内山 庄一郎[1]、須貝 俊彦[2] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所、2.東京大学)

[HDS15-P10] 紀伊半島沿岸における津波被災後の土地利用変遷とその課題

*沖館 健太[1]、青木 賢人[2] (1.金沢大学人文学類、2.金沢大学地域創造学類)

[HDS15-P11] 米軍空中写真を用いた1947年カスリーン台風における河川氾濫に伴う赤城山南麓の建物被害の復元と建物被害集中域の土地条件の検討

*青山 雅史[1]、齋藤 由樹[2] (1.群馬大学教育学部、2.群馬大学大学院生)

[E] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-TT 計測技術・研究手法

10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_3

[H-TT19] Geographic Information Systems and Cartography

コンビーナ:小口 高(東京大学空間情報科学研究センター)、村山 祐司(筑波大学大学院生命環境科学研究科地球環境科学専攻)、若林 芳樹(首都大学東京大学院都市環境科学研究科)

[HTT19-P01] **Monitoring and Simulating Land Use/Cover Changes and its Impact on Land Surface Temperature in Sapporo City, Japan**

*汝慈 王[1]、村山 祐司[1] (1.筑波大学)

[HTT19-P02] **Spatiotemporal Variations of Land Cover/Use and Sustainable Urban Heat Island (UHI) Mitigation Strategies: A Case Study of Chinese Bay Megacities**

★Invited Papers

*Fei LIU[1]、Yuji MURAYAMA[1] (1. University of Tsukuba)

[HTT19-P03] A LST Study of the Seoul Metropolitan City, South Korea, Based on Landsat Data (1996 – 2017)

*Prabath Priyankara[1,3]、Manjula Ranagalage[1,4]、DMSLB Dissanayake[1,4]、Takehiro Morimoto[1,2]、Yuji Murayama[1,2] (1.Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Japan、2.Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Japan、3.Faculty of Agriculture, University of Ruhuna, Sri Lanka、4.Faculty of Social Sciences and Humanities, Rajarata University of Sri Lanka, Sri Lanka)

[HTT19-P04] Improvement of GIS exercise classes using the GIS open educational resources based on questionnaire surveys

★Invited Papers

*山内 啓之[1]、小口 高[1]、早川 裕弋[2,1]、飯塚 浩太郎[1] (1.東京大学空間情報科学研究センター、2.北海道大学地球環境科学研究院環境地理学分野)

[HTT19-P05] **The Development of COP for Tzu Chi Disaster Prevention System by Using QGIS-Taking 2018 Hualien Earthquake as an Example**

*tseng kuan-wen[1]、 Tsai Ming-Ta[1]、 Wang Yun-Ching[1]、 Wang Ming-Chih[1]、Liu Chien-Hsien[1] (1.03-3809093)

[HTT19-P06] Comparative study on shape and distribution of landslides caused by the 2012 Northern Kyushu heavy rainfall and the 2016 Kumamoto earthquake in the Aso region, Kumamoto, Japan

*羽田 康孝[1]、小口 高[2]、飯塚 浩太郎[2]、齋藤 仁[3,2]、早川 裕弋[4,2]、内山 庄一郎[5] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.東京大学空間情報科学研究センター、3.関東学院大学経済学部、4.北海道大学地球環境科学研究院、5.国立研究開発法人防災科学技術研究所)

[HTT19-P07] Using GIS and remote sensing to assess relationships between landslides and land cover changes in the Sanbagawa and Mikabu Belts, Shikoku, Japan

*Roxanne Lai[1]、Takashi Oguchi[1] (1.University of Tokyo)

[HTT19-P08] **Analysis of Morphometric Parameters for Mountains Ranges and Landslides due to the July 2018 Heavy Rain in Western Japan Using GIS Data**

*福場 俊和[1]、小口 高[2] (1.東京大学理学部地球惑星環境学科、2.東京大学空間情報科学研究センター)

[HTT19-P09] Analyzing short-term topographic change in coastal sand dunes using UAS-SfM photogrammetry: A case study in Northern Kujukuri, Japan

*李 スルギ[1]、中田 康隆[2]、飯塚 浩太郎[3]、小口 高[3] (1.東京大学大学院 新領域創成科学研究科、2.北海道立総合研究機構 森林研究本部 林業試験場、3.東京大学 空間情報科学研究センター)

[HTT19-P10] **Responses of suspended sediment yield to precipitation, topography and dam control in the Yellow River Basin, China**

*Ruiqi Zhang[1]、Takashi Oguchi[2] (1. Department of Natural Environmental Studies, Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo、2.Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo)

[E] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-TT 計測技術・研究手法

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_16

[H-TT19] Geographic Information Systems and Cartography

コンビーナ:小口 高(東京大学空間情報科学研究センター)、村山 祐司(筑波大学大学院生命環境科学研究科地球環境科学専攻)、若林 芳樹(首都大学東京大学院都市環境科学研究科)

[HTT19-P01] **Monitoring and Simulating Land Use/Cover Changes and its Impact on Land Surface Temperature in Sapporo City, Japan**

*汝慈 王[1]、村山 祐司[1] (1.筑波大学)

[HTT19-P02] **Spatiotemporal Variations of Land Cover/Use and Sustainable Urban Heat Island (UHI) Mitigation Strategies: A Case Study of Chinese Bay Megacities**

★Invited Papers

*Fei LIU[1]、Yuji MURAYAMA[1] (1. University of Tsukuba)

[HTT19-P03] A LST Study of the Seoul Metropolitan City, South Korea, Based on Landsat Data (1996 – 2017)

*Prabath Priyankara[1,3]、Manjula Ranagalage[1,4]、DMSLB Dissanayake[1,4]、Takehiro Morimoto[1,2]、Yuji Murayama[1,2] (1.Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Japan、2.Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Japan、3.Faculty of Agriculture, University of Ruhuna, Sri Lanka、4.Faculty of Social Sciences and Humanities, Rajarata University of Sri Lanka, Sri Lanka)

[HTT19-P04] Improvement of GIS exercise classes using the GIS open educational resources based on questionnaire surveys

★Invited Papers

*山内 啓之[1]、小口 高[1]、早川 裕弋[2,1]、飯塚 浩太郎[1] (1.東京大学空間情報科学研究センター、2.北海道大学地球環境科学研究院環境地理学分野)

[HTT19-P05] **The Development of COP for Tzu Chi Disaster Prevention System by Using QGIS-Taking 2018 Hualien Earthquake as an Example**

*tseng kuan-wen[1]、 Tsai Ming-Ta[1]、 Wang Yun-Ching[1]、 Wang Ming-Chih[1]、Liu Chien-Hsien[1] (1.03-3809093)

[HTT19-P06] Comparative study on shape and distribution of landslides caused by the 2012 Northern Kyushu heavy rainfall and the 2016 Kumamoto earthquake in the Aso region, Kumamoto, Japan

*羽田 康孝[1]、小口 高[2]、飯塚 浩太郎[2]、齋藤 仁[3,2]、早川 裕弋[4,2]、内山 庄一郎[5] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.東京大学空間情報科学研究センター、3.関東学院大学経済学部、4.北海道大学地球環境科学研究院、5.国立研究開発法人防災科学技術研究所)

[HTT19-P07] Using GIS and remote sensing to assess relationships between landslides and land cover changes in the Sanbagawa and Mikabu Belts, Shikoku, Japan

*Roxanne Lai[1]、Takashi Oguchi[1] (1.University of Tokyo)

[HTT19-P08] **Analysis of Morphometric Parameters for Mountains Ranges and Landslides due to the July 2018 Heavy Rain in Western Japan Using GIS Data**

*福場 俊和[1]、小口 高[2] (1.東京大学理学部地球惑星環境学科、2.東京大学空間情報科学研究センター)

[HTT19-P09] Analyzing short-term topographic change in coastal sand dunes using UAS-SfM photogrammetry: A case study in Northern Kujukuri, Japan

*李 スルギ[1]、中田 康隆[2]、飯塚 浩太郎[3]、小口 高[3] (1.東京大学大学院 新領域創成科学研究科、2.北海道立総合研究機構 森林研究本部 林業試験場、3.東京大学 空間情報科学研究センター)

[HTT19-P10] **Responses of suspended sediment yield to precipitation, topography and dam control in the Yellow River Basin, China**

*Ruiqi Zhang[1]、Takashi Oguchi[2] (1. Department of Natural Environmental Studies, Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo、2.Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo)

[E] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-TT 計測技術・研究手法

13:45 ~ 15:15 | 301B 3F

[H-TT19] Geographic Information Systems and Cartography

コンビーナ:小口 高(東京大学空間情報科学研究センター)、村山 祐司(筑波大学大学院生命環境科学研究科地球環境科学専攻)、若林 芳樹(首都大学東京大学院都市環境科学研究科)、座長:村山 祐司、若林 芳樹

13:45 ~ 14:00

[HTT19-01] **A study on geographical changes in main roads and coastlines in the 200 years in Japan**

*岩井 優祈[1]、村山 祐司[1] (1.筑波大学大学院生命環境科学研究科地球環境科学専攻)

14:00 ~ 14:15

[HTT19-02] Comparative analysis of foreign tourists' spatial behavior in Tokyo using locational data from the photo-sharing service of Flickr

*Bochra Bettaieb[1]、Yoshiki Wakabayashi[1] (1.Tokyo Metropolitan University)

14:15 ~ 14:30

[HTT19-03] Neighborhood Walkability and its Potential Associations with Residents' Walking Habits

★Invited Papers

*山田 育穂[1]、眞田 佳市郎[2] (1.中央大学理工学部、2.中央大学理工学研究科)

14:30 ~ 14:45

[HTT19-04] **THE STUDY OF USING PARTICLE FILTER METHOD COMBINED INDOOR MAGNETIC MAP AND PEDESTRIAN DEAD RECKONING FOR INDOOR POSITIONING.**

*Yu-Chun Chen[1] (1.Department of Land Economics, National Chengchi University)

14:45 ~ 15:00

[HTT19-05] Assessing the Agriculture Sustainability based on Geospatial Technique in a Tropical Mountain Area : A Case Study in Kotmale Catchment in Sri Lanka.

*DM Sanjeewa Lasantha Bandara[1]、Takehiro Morimoto [2] (1.Division of Spatial Information Science, Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba、2.Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba)

15:00 ~ 15:15

[HTT19-06] **Spatial Evaluation of Potential Tsunami Vertical Evacuation: A Case Study of the Western Coastal Belt in Sri Lanka**

*Ranagalage Mahinda Manjula[1]、Yuji Murayama[1] (1.Division of Spatial Science, Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Japan)

[E] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-TT 計測技術・研究手法

15:30 ~ 17:00 | 301B 3F

[H-TT19] Geographic Information Systems and Cartography

コンビーナ:小口 高(東京大学空間情報科学研究センター)、村山 祐司(筑波大学大学院生命環境科学研究科地球環境科学専攻)、若林 芳樹(首都大学東京大学院都市環境科学研究科)、座長:小口 高、山田 育穂(中央大学)

15:30 ~ 15:45

[HTT19-07] A Framework for Assessing the Spatial Distribution of Vulnerability of Communities to Landslides in Tropical Mountainous Region: A Case study from Kegalle District – Sri Lanka.

★Invited Papers

*Nimala Chinthake Perera[1] (1.SANASA CAMPUS - SRI LANKA, IHRA - UNIVERSITY OF COLOMBO - SRI LANKA)

15:45 ~ 16:00

[HTT19-08] Applications of WebGIS to Educating Disaster Risk Reduction for Chinese and Japanese Students

*Jiali SONG[1]、Takashi Oguchi[2]、Hiroyuki Yamauchi[2]、Takuro Ogura[1] (1.Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo、2.Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo)

16:00 ~ 16:15

[HTT19-09] Solar System Treks - GIS that provides interactive visualization and analysis for planetary science and exploration

★Invited Papers

*Emily Law[1]、Brian Hamilton Day[2] (1.NASA Jet Propulsion Laboratory、2.NASA Ames Research Center)

16:15 ~ 16:30

[HTT19-10] **Landslide Recognition using Remote Sensing Images and PCANet**

*魏 伊梅[1]、小口 高[1] (1.東京大学 新領域創成科学研究科)

16:30 ~ 16:45

[HTT19-11] Estimating the fractional vegetation cover using fixed-wing drone and multiple vegetation indices

★Invited Papers

*飯塚 浩太郎[1] (1.東京大学　空間情報科学研究センター)

16:45 ~ 17:00

[HTT19-12] スバールバル・ニーオーレスン地域における地形調査とマッピング手法の改善

*李 在庸[1]、小口 高[2] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、2.東京大学空間情報科学研究センター)

[J] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-TT 計測技術・研究手法

10:45 ~ 12:15 | 301B 3F

[H-TT23] 地理情報システムと地図・空間表現

コンビーナ:小荒井 衛(茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)、田中 一成(大阪工業大学工学部都市デザイン工学科)、中村 和彦(東京大学)、座長:小荒井 衛(茨城大学)、田中 一成(大阪工業大学)

10:45 ~ 11:00

[HTT23-01] **(Web)GISとRによる$PM_{2.5}$およびオキシダント濃度解析**

★招待講演

*山川 純次[1] (1.岡山大学大学院自然科学研究科)

11:00 ~ 11:15

[HTT23-02] 中国深圳市における城中村の空間構造と変容

*欒 雅蓉

11:15 ~ 11:30

[HTT23-03] 東京都全域における路地空間の立地特性に関する研究

*谷口 亮[1]、石川 剛[1]、岡 檀[2] (1.株式会社東京地図研究社、2.情報・システム研究機構 統計数理研究所)

11:30 ~ 11:45

[HTT23-04] 歌詞を用いた夜景写真の分析

*駒井 大輝[1]、田中 一成[1] (1.大阪工業大学)

11:45 ~ 12:00

[HTT23-05] 周辺との関係からみた看板設置に関する評価手法

*岸川 明弘[1]、田中 一成[1] (1.大阪工業大学)

12:00 ~ 12:15

[HTT23-06] 俯瞰景観における景観要素

*田中 伸明[1]、田中 一成[1] (1.大阪工業大学)

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-TT 計測技術・研究手法

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_8

[H-TT23] 地理情報システムと地図・空間表現

コンビーナ:小荒井 衛(茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)、田中 一成(大阪工業大学工学部都市デザイン工学科)、中村 和彦(東京大学)

[HTT23-P01] 3Dウェブ地図作成サービス，MyMap3Dの開発

★招待講演

*西岡 芳晴[1]、北尾 馨[2] (1.独立行政法人産業技術総合研究所、2.合資会社キューブワークス)

[HTT23-P02] 情報を正確に伝達するためのハザードマップの検討および試作

*遠藤 涼[1]、中埜 貴元[1] (1.国土交通省国土地理院)

[HTT23-P03] ジオパークのガイドマップにおける多重光源陰影段彩図の有効性ー茨城県北ジオパーク構想を例にー

*鈴木 敬子[1]、石川 剛[1]、小荒井 衛[2]、今泉 利架[3]、武田 直樹[4] (1.株式会社東京地図研究社、2.茨城大学、3.朝日航洋株式会社、4.茨城県北ジオパーク構想推進協議会)

[HTT23-P04] 阿武隈山地における航空レーザデータを用いた森林三次元構造の把握について

成清 茜[1]、*小荒井 衛[1]、村上 亘[2]、小川 泰浩[2] (1.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース、2.森林総合研究所)

[HTT23-P05] 津波被災地の介護サービス事業所職員がもつ経験による知識からみた災害情報共有のあり方

*井上 明莉沙[1]、若林 芳樹[1] (1.首都大学東京大学院都市環境科学研究科)

[HTT23-P06] 位置情報を用いた小学生児童の登下校空間の分析－富山市速星小学校区と芝園小学校区の事例－

*大西 宏治[1] (1.富山大学人文学部)

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-TT 計測技術・研究手法

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_17

[H-TT23] 地理情報システムと地図・空間表現

コンビーナ:小荒井 衛(茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)、田中 一成(大阪工業大学工学部都市デザイン工学科)、中村 和彦(東京大学)

[HTT23-P01] 3Dウェブ地図作成サービス，MyMap3Dの開発

★招待講演

*西岡 芳晴[1]、北尾 馨[2] (1.独立行政法人産業技術総合研究所、2.合資会社キューブワークス)

[HTT23-P02] 情報を正確に伝達するためのハザードマップの検討および試作

*遠藤 涼[1]、中埜 貴元[1] (1.国土交通省国土地理院)

[HTT23-P03] ジオパークのガイドマップにおける多重光源陰影段彩図の有効性ー茨城県北ジオパーク構想を例にー

*鈴木 敬子[1]、石川 剛[1]、小荒井 衛[2]、今泉 利架[3]、武田 直樹[4] (1.株式会社東京地図研究社、2.茨城大学、3.朝日航洋株式会社、4.茨城県北ジオパーク構想推進協議会)

[HTT23-P04] 阿武隈山地における航空レーザデータを用いた森林三次元構造の把握について

成清 茜[1]、*小荒井 衛[1]、村上 亘[2]、小川 泰浩[2] (1.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース、2.森林総合研究所)

[HTT23-P05] 津波被災地の介護サービス事業所職員がもつ経験による知識からみた災害情報共有のあり方

*井上 明莉沙[1]、若林 芳樹[1] (1.首都大学東京大学院都市環境科学研究科)

[HTT23-P06] 位置情報を用いた小学生児童の登下校空間の分析－富山市速星小学校区と芝園小学校区の事例－

*大西 宏治[1] (1.富山大学人文学部)

[J] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

9:00 ~ 10:30 | 101 1F

[H-CG31] 原子力と地球惑星科学

コンビーナ:笹尾 英嗣(国立研究開発法人日本原子力研究開発機構　東濃地科学センター)、幡谷 竜太(一般財団法人　電力中央研究所)、竹内 真司(日本大学文理学部地球科学科)、座長:新里 忠史

9:00 ~ 9:15

[HCG31-01] **陸域からの外挿による沿岸海域の後期更新世の隆起量評価とその不確実性**

*幡谷 竜太[1]、濵田 崇臣[1]、清水 洋平[1] (1.一般財団法人　電力中央研究所)

9:15 ~ 9:30

[HCG31-02] 沿岸部における地下水流動性の地下水年代測定による調査

*長谷川 琢磨[1]、中田 弘太朗[1]、富岡 祐一[1]、太田 朋子[1]、丸井 敦尚[2]、町田 功[2]、井川 怜欧[2]、小野 昌彦[2]、松本 親樹[2] (1.一般財団法人　電力中央研究所 、2. 国立研究開発法人　産業技術総合研究所)

9:30 ~ 9:45

[HCG31-03] 地下坑道での弾性・比抵抗測定に基づいた岩盤透水性の推定

*川口 草太[1]、後藤 忠徳[1]、柏谷 公希[1] (1.京都大学大学院工学研究科)

9:45 ~ 10:00

[HCG31-04] 地下水および物質移行経路と花崗岩冷却過程の関係に関する検討

*笹尾 英嗣[1]、湯口 貴史[2]、石橋 正祐紀[1] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構　東濃地科学センター、2.山形大学　理学部)

10:00 ~ 10:15

[HCG31-05] 物質移行の観点から見た付加体中の不連続構造の特徴

*竹内 真司[1]、倉田 力[1]、丹羽 正和[2]、植木 忠正[2] (1.日本大学文理学部地球科学科、2.日本原子力研究開発機構)

10:15 ~ 10:30

[HCG31-06] Retardation of Cs and Sr leachings by geopolymer matrices with zeolte and titanate adsorbent

*黒田 知眞[1]、Soonthornwiphat Natatsawas[1]、Chaerun Raudhatul Islam[1]、Hnin Wint Wint Two[1]、戸田 賀奈子[1]、小林 佑太朗[1]、佐藤 努[2]、大竹 翼[2] (1.北海道大学工学院、2.北海道大学工学研究院)

[J] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

10:45 ~ 12:15 | 101 1F

[H-CG31] 原子力と地球惑星科学

コンビーナ:笹尾 英嗣(国立研究開発法人日本原子力研究開発機構　東濃地科学センター)、幡谷 竜太(一般財団法人　電力中央研究所)、竹内 真司(日本大学文理学部地球科学科)、座長:竹内 真司

10:45 ~ 11:00

[HCG31-07] 地層処分における地下施設の閉鎖後モニタリングの留意点

*村上 裕晃[1]、渡辺 勇輔[1]、福田 健二[1]、岩月 輝希[1] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構)

11:00 ~ 11:15

[HCG31-08] 福島県阿武隈山地の森林域における放射性セシウム環境動態に関する長期モニタリング

*新里 忠史[1]、渡辺 貴善[1]、佐々木 祥人[1]、三田地 勝昭[2]、伊藤 聡美[1]、阿部 寛信[1] (1.日本原子力研究開発機構、2.エイ・ティ・エス株式会社)

11:15 ~ 11:30

[HCG31-09] 福島第一原発汚染水問題を踏まえた地層処分の問題点

*柴崎 直明[1] (1.福島大学)

11:30 ~ 11:45

[HCG31-10] 新潟県を例にHLRW科学的特性マップの非科学性の検証と、処分場検討の進め方の基本課題

*赤井 純治[1]、大野 隆一郎 (1.新潟大学名誉教授)

11:45 ~ 12:00

[HCG31-11] 埼玉県における「科学的特性マップ」の問題点と高レベル放射性廃棄物（HLW）の保管方法

*関根 一昭[1]、末永 和幸[2]、小林 忠夫 (1.埼玉県立秩父高等学校、2.末永環境地質調査事務所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_9

[H-CG31] 原子力と地球惑星科学

コンビーナ:笹尾 英嗣(国立研究開発法人日本原子力研究開発機構　東濃地科学センター)、幡谷 竜太(一般財団法人　電力中央研究所)、竹内 真司(日本大学文理学部地球科学科)

[HCG31-P01] 数値地形解析による海底段丘判読の高度化

*日浦 祐樹[1]、小松 哲也[1]、須貝 俊彦[2] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、2. 東京大学大学院新領域創成科学研究科)

[HCG31-P02] 内陸部での河川下刻速度の推定技術の高度化に向けた検討－紀伊半島の事例－

*中西 利典[1]、小松 哲也[1]、小形 学[1]、細矢 卓志[2]、加賀 匠[2] (1.日本原子力研究開発機構、2.中央開発株式会社)

[HCG31-P03] 石英の水和反応に関する水熱実験：自然現象に対する新たな年代測定手法の開発に向けて

*丹羽 正和[1]、島田 耕史[1] (1.日本原子力研究開発機構)

[HCG31-P04] 花崗岩中の物質移行特性評価のための実効拡散係数と空隙率

*福田 健二[1]、村上 裕晃[1]、板井 香織[2]、石橋 正祐紀[1]、笹尾 英嗣[1] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、2.株式会社シーテック)

[HCG31-P05] 坑道スケールの水みち割れ目とその周辺マトリクスの水理地質構造

*濱田 藍[1] (1.一般財団法人　電力中央研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_18

[H-CG31] 原子力と地球惑星科学

コンビーナ:笹尾 英嗣(国立研究開発法人日本原子力研究開発機構　東濃地科学センター)、幡谷 竜太(一般財団法人　電力中央研究所)、竹内 真司(日本大学文理学部地球科学科)

[HCG31-P01] 数値地形解析による海底段丘判読の高度化

*日浦 祐樹[1]、小松 哲也[1]、須貝 俊彦[2] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、2. 東京大学大学院新領域創成科学研究科)

[HCG31-P02] 内陸部での河川下刻速度の推定技術の高度化に向けた検討－紀伊半島の事例－

*中西 利典[1]、小松 哲也[1]、小形 学[1]、細矢 卓志[2]、加賀 匠[2] (1.日本原子力研究開発機構、2.中央開発株式会社)

[HCG31-P03] 石英の水和反応に関する水熱実験：自然現象に対する新たな年代測定手法の開発に向けて

*丹羽 正和[1]、島田 耕史[1] (1.日本原子力研究開発機構)

[HCG31-P04] 花崗岩中の物質移行特性評価のための実効拡散係数と空隙率

*福田 健二[1]、村上 裕晃[1]、板井 香織[2]、石橋 正祐紀[1]、笹尾 英嗣[1] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、2.株式会社シーテック)

[HCG31-P05] 坑道スケールの水みち割れ目とその周辺マトリクスの水理地質構造

*濱田 藍[1] (1.一般財団法人　電力中央研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_5

[H-CG34] 原子力災害被災地おける農業再生と風評被害払拭のための教育研究

コンビーナ:溝口 勝(東京大学大学院農学生命科学研究科)

[HCG34-P01] 森林小流域からの懸濁態放射性セシウム負荷量推定に向けた水土砂流出解析

*山崎 琢平[1]、濱本 昌一郎[1]、西村 拓[1] (1.東京大学大学院農学生命科学研究科)

[HCG34-P02] Radiocesium Inter-Annual Variations and Spatial Dynamics in Watershed in Iitate, Fukushima, Japan

*斉藤 真利[1]、大澤 和敏[1]、二瓶 直登[2] (1.宇都宮大学、2.東京大学)

[HCG34-P03] 飯舘村農業再生のための意識の風化払しょくの試み

*西脇 淳子[1]、溝口 勝[2] (1.茨城大学農学部、2.東京大学大学院農学生命科学研究科)

[HCG34-P04] 水田の畦畔や法面に残存する放射性セシウムが周囲の線量や下流環境に及ぼす影響

*吉田 修一郎[1]、西田 和弘[1]、福井 拓[1] (1.東京大学)

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_19

[H-CG34] 原子力災害被災地おける農業再生と風評被害払拭のための教育研究

コンビーナ:溝口 勝(東京大学大学院農学生命科学研究科)

[HCG34-P01] 森林小流域からの懸濁態放射性セシウム負荷量推定に向けた水土砂流出解析

*山崎 琢平[1]、濱本 昌一郎[1]、西村 拓[1] (1.東京大学大学院農学生命科学研究科)

[HCG34-P02] Radiocesium Inter-Annual Variations and Spatial Dynamics in Watershed in Iitate, Fukushima, Japan

*斉藤 真利[1]、大澤 和敏[1]、二瓶 直登[2] (1.宇都宮大学、2.東京大学)

[HCG34-P03] 飯舘村農業再生のための意識の風化払しょくの試み

*西脇 淳子[1]、溝口 勝[2] (1.茨城大学農学部、2.東京大学大学院農学生命科学研究科)

[HCG34-P04] 水田の畦畔や法面に残存する放射性セシウムが周囲の線量や下流環境に及ぼす影響

*吉田 修一郎[1]、西田 和弘[1]、福井 拓[1] (1.東京大学)

[J] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

15:30 ~ 17:00 | 202 2F

[H-CG34] 原子力災害被災地おける農業再生と風評被害払拭のための教育研究

コンビーナ:溝口 勝(東京大学大学院農学生命科学研究科)、座長:溝口 勝(東京大学)、登尾 浩助(明治大学農学部)

15:30 ~ 15:45

[HCG34-01] 原子力災害被災地おける農業再生と風評被害払拭のための教育研究

*溝口 勝[1] (1.東京大学大学院農学生命科学研究科)

15:45 ~ 16:00

[HCG34-02] 飯舘村「農」の再生に向けて

★招待講演

杉岡 誠[2]、*溝口 勝[1] (1.東京大学大学院農学生命科学研究科、2.飯舘村復興対策課)

16:00 ~ 16:15

[HCG34-03] 土壌分画別セシウム吸収による作物毎の違い

*二瓶 直登[1]、大前 芳美[1]、古川 真[1]、吉田 修一郎[1] (1.東京大学大学院農学生命科学研究科)

16:15 ~ 16:30

[HCG34-04] 福島県飯舘村における山菜とキノコによる農業再生

*登尾 浩助[1]、福山 雄大[2]、藤田 理子[1]、杉野 弘明[2]、溝口 勝[2] (1.明治大学、2.東京大学)

16:30 ~ 16:45

[HCG34-05] 被災地におけるスタディツアーが参加者の抱く訪問先への愛着に与える影響 ‐農学部学生を中心とした福島県飯舘村訪問を事例に‐

*蛯谷 夏海[1]、溝口 勝[1]、杉野 弘明[1] (1.東京大学大学院農学生命科学研究科)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_4

[S-SS12] 地殻構造

コンビーナ:中東 和夫(東京海洋大学)

[SSS12-P01] 2017年9月3日に北朝鮮で発生した爆発的事象による長周期表面波位相速度の地域的な違い

*山田 浩二[1] (1.株式会社　阪神コンサルタンツ)

[SSS12-P02] S-netで観測された遠地地震表面波の到達時間空間勾配を用いた位相速度推定

*石上　朗[1]、高木 涼太[1] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)

[SSS12-P03] 相似地震を用いたレシーバ関数解析から推定した日本列島下の地殻構造

*五十嵐 俊博[1] (1.東京大学地震研究所)

[SSS12-P04] **Estimation of the Crustal Structure beneath the Broadband Seismic Network in the Eskisehir Region, Turkey, by Using Receiver Function Method**

*Pinar Duran[1]、Asim Oguz Ozel[1]、Hiroaki Yamanaka[2] (1.ISTANBUL UNIVERSITY-CERRAHPASA、2.TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY)

[SSS12-P05] 北海道における3次元S波減衰構造

*中村 亮一[1]、椎名 高裕[1] (1.東京大学地震研究所)

[SSS12-P06] 日高衝突帯南端部の地下構造
-波形計算を用いた再検討-

*島崎 壮大[1]、津村 紀子[2] (1.千葉大学大学院融合理工学府、2.千葉大学大学院理学研究院)

[SSS12-P07] 北海道沖千島海溝軸周辺における高分解能反射法探査

*中村 恭之[1]、小平 秀一[1]、山下 幹也[1]、三浦 誠一[1]、藤江 剛[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[SSS12-P08] 反射法地震探査による横須賀断層北部の地下構造

*伊藤 忍[1] (1.産業技術総合研究所)

[SSS12-P09] **Crust and Uppermost mantle P-wave velocity structure of the Ordos block and its neighbors based on travel time tomography**

*Yaning Liu[1]、Jianping Wu[1]、Shuxian Bao[1]、Xiaohong Meng[2] (1.Institute of Geophysics, China Earthquake Administration、2.China University of Geosciences (Beijing))

[SSS12-P10] P波とPmP反射波を用いた2016年熊本地震震源域の地殻構造

*趙 大鵬[1]、Wang Haibo[2]、Huang Zhouchuan[2]、Xu Mingjie[2]、Wang Liangshu[2] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター、2.南京大学地球科学系)

[SSS12-P11] Estimation of 3D velocity structure in Kyushu region by the seismic tomography

*鳥家 充裕[1]、山田 浩二[1] (1.株式会社阪神コンサルタンツ)

[SSS12-P12] レシーバ関数解析を用いた九州南部下のフィリピン海スラブの構造の推定

*内田 雅喜[1]、大倉 敬宏[1]、澁谷 拓郎[1]、安部 祐希[2]、小松 信太朗[1]、山崎 健一[1]、山下 裕亮[1]、吉川 慎[1]、井口 正人[1]、為栗 健[1]、園田 忠臣[1] (1.京都大学、2.温地研)

[SSS12-P13] Imaging subduction structure beneath the eastern part of Kii Peninsula, SW Japan, using an earthquake reflection method

*蔵下 英司[1]、飯高 隆[1]、津村 紀子[2]、岩崎 貴哉[1] (1.東京大学地震研究所、2.千葉大学)

[SSS12-P14] **Tomography of Mejillones Peninsula using cross-correlation of ambient seismic noise**

*Kellen Azua Quezada[1]、Sergio Ruiz[1]、Francisco Pasten-Araya[2,3]、José Salomón[4]、Pablo Salazar[2,3]、Miguel Saez[1]、César Pastén[4]、Felipe Leyton[5]、Wasja Bloch[6] (1.DGF, UChile、2.DG, UCN、3.CIGIDEN、4.DIC, UChile、5.CSN, Chile、6.GFZ)

[SSS12-P15] **Crustal thickness beneath Central Indonesia by the cross-correlation analysis of seismic ambient noise (2)**

*Masyitha Retno Budiati[1]、Genti Toyokuni[1]、Tomomi Okada[1]、Toru Matsuzawa[1] (1.Graduate School of Science, Geophysics Department, Tohoku University)

[SSS12-P16] 地震波干渉法イメージングによって推定された南アルプス南端部地域下の地下構造

*渡辺 俊樹[1]、長谷川 大真[1]、伊藤 谷生[2]、狩野 謙一[3]、阿部 進[4]、藤原 明[5]、河内 善徳[6] (1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.地震予知振興会、3.静岡大学、4.石油資源開発（株）、5.石油天然ガス・金属鉱物資源機構、6.（株）ジオシス)

[SSS12-P17] Strong variations of near-surface seismic anisotropy of Taiwan revealed by coda interferometry

*Hsin-Yu Lee[1]、Yuancheng Gung[1]、Li-Wei Chen[2]、Ling-Yun Chiao[3] (1.Department of Geosciences, National Taiwan University, Taiwan、2.Department of Earth and Planetary Science, University of California at Berkeley, CA, USA、3.Institute of Oceanography, National Taiwan University, Taiwan)

[SSS12-P18] Investigating anomalous crustal structures along the convergent zone in eastern Taiwan with the new airborne magnetic survey and updated seismic tomographic models

*Chi-Hsuan Chen[1]、Hsin-Hua Huang[2]、Lun-Tao Tong[3]、Wayne Lin[3]、Po-Tsun Lee[1]、Shou-Fang Chang[1]、Jin-Fa Lee[1] (1.Cntrl. Geo. Surv., MOEA, Taiwan、2.Inst. Earth. Sc., Acad. Sinica, Taiwan 、3.Industr. Technol. Res. Inst., Taiwan)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_20

[S-SS12] 地殻構造

コンビーナ:中東 和夫(東京海洋大学)

[SSS12-P01] 2017年9月3日に北朝鮮で発生した爆発的事象による長周期表面波位相速度の地域的な違い

*山田 浩二[1] (1.株式会社　阪神コンサルタンツ)

[SSS12-P02] S-netで観測された遠地地震表面波の到達時間空間勾配を用いた位相速度推定

*石上　朗[1]、高木 涼太[1] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)

[SSS12-P03] 相似地震を用いたレシーバ関数解析から推定した日本列島下の地殻構造

*五十嵐 俊博[1] (1.東京大学地震研究所)

[SSS12-P04] **Estimation of the Crustal Structure beneath the Broadband Seismic Network in the Eskisehir Region, Turkey, by Using Receiver Function Method**

*Pinar Duran[1]、Asim Oguz Ozel[1]、Hiroaki Yamanaka[2] (1.ISTANBUL UNIVERSITY-CERRAHPASA、2.TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY)

[SSS12-P05] 北海道における3次元S波減衰構造

*中村 亮一[1]、椎名 高裕[1] (1.東京大学地震研究所)

[SSS12-P06] 日高衝突帯南端部の地下構造
-波形計算を用いた再検討-

*島崎 壮大[1]、津村 紀子[2] (1.千葉大学大学院融合理工学府、2.千葉大学大学院理学研究院)

[SSS12-P07] 北海道沖千島海溝軸周辺における高分解能反射法探査

*中村 恭之[1]、小平 秀一[1]、山下 幹也[1]、三浦 誠一[1]、藤江 剛[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[SSS12-P08] 反射法地震探査による横須賀断層北部の地下構造

*伊藤 忍[1] (1.産業技術総合研究所)

[SSS12-P09] **Crust and Uppermost mantle P-wave velocity structure of the Ordos block and its neighbors based on travel time tomography**

*Yaning Liu[1]、Jianping Wu[1]、Shuxian Bao[1]、Xiaohong Meng[2] (1.Institute of Geophysics, China Earthquake Administration、2.China University of Geosciences (Beijing))

[SSS12-P10] P波とPmP反射波を用いた2016年熊本地震震源域の地殻構造

*趙 大鵬[1]、Wang Haibo[2]、Huang Zhouchuan[2]、Xu Mingjie[2]、Wang Liangshu[2] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター、2.南京大学地球科学系)

[SSS12-P11] Estimation of 3D velocity structure in Kyushu region by the seismic tomography

*鳥家 充裕[1]、山田 浩二[1] (1.株式会社阪神コンサルタンツ)

[SSS12-P12] レシーバ関数解析を用いた九州南部下のフィリピン海スラブの構造の推定

*内田 雅喜[1]、大倉 敬宏[1]、澁谷 拓郎[1]、安部 祐希[2]、小松 信太朗[1]、山崎 健一[1]、山下 裕亮[1]、吉川 慎[1]、井口 正人[1]、為栗 健[1]、園田 忠臣[1] (1.京都大学、2.温地研)

[SSS12-P13] Imaging subduction structure beneath the eastern part of Kii Peninsula, SW Japan, using an earthquake reflection method

*蔵下 英司[1]、飯高 隆[1]、津村 紀子[2]、岩崎 貴哉[1] (1.東京大学地震研究所、2.千葉大学)

[SSS12-P14] **Tomography of Mejillones Peninsula using cross-correlation of ambient seismic noise**

*Kellen Azua Quezada[1]、Sergio Ruiz[1]、Francisco Pasten-Araya[2,3]、José Salomón[4]、Pablo Salazar[2,3]、Miguel Saez[1]、César Pastén[4]、Felipe Leyton[5]、Wasja Bloch[6] (1.DGF, UChile、2.DG, UCN、3.CIGIDEN、4.DIC, UChile、5.CSN, Chile、6.GFZ)

[SSS12-P15] **Crustal thickness beneath Central Indonesia by the cross-correlation analysis of seismic ambient noise (2)**

*Masyitha Retno Budiati[1]、Genti Toyokuni[1]、Tomomi Okada[1]、Toru Matsuzawa[1] (1.Graduate School of Science, Geophysics Department, Tohoku University)

[SSS12-P16] 地震波干渉法イメージングによって推定された南アルプス南端部地域下の地下構造

*渡辺 俊樹[1]、長谷川 大真[1]、伊藤 谷生[2]、狩野 謙一[3]、阿部 進[4]、藤原 明[5]、河内 善徳[6] (1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.地震予知振興会、3.静岡大学、4.石油資源開発（株）、5.石油天然ガス・金属鉱物資源機構、6.（株）ジオシス)

[SSS12-P17] Strong variations of near-surface seismic anisotropy of Taiwan revealed by coda interferometry

*Hsin-Yu Lee[1]、Yuancheng Gung[1]、Li-Wei Chen[2]、Ling-Yun Chiao[3] (1.Department of Geosciences, National Taiwan University, Taiwan、2.Department of Earth and Planetary Science, University of California at Berkeley, CA, USA、3.Institute of Oceanography, National Taiwan University, Taiwan)

[SSS12-P18] Investigating anomalous crustal structures along the convergent zone in eastern Taiwan with the new airborne magnetic survey and updated seismic tomographic models

*Chi-Hsuan Chen[1]、Hsin-Hua Huang[2]、Lun-Tao Tong[3]、Wayne Lin[3]、Po-Tsun Lee[1]、Shou-Fang Chang[1]、Jin-Fa Lee[1] (1.Cntrl. Geo. Surv., MOEA, Taiwan、2.Inst. Earth. Sc., Acad. Sinica, Taiwan 、3.Industr. Technol. Res. Inst., Taiwan)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

13:45 ~ 15:15 | A05 東京ベイ幕張ホール

[S-SS12] 地殻構造

コンビーナ:中東 和夫(東京海洋大学)、座長:村井 芳夫(北海道大学)、豊国 源知(東北大学)

13:45 ~ 14:00

[SSS12-01] 収縮脱水する大陸下部地殻：地殻活動への応力・流体の二元的作用

*小山 岳人[1] (1.東京大学生産技術研究所)

14:00 ~ 14:15

[SSS12-02] 海陸地震観測から得られた北海道南部の島弧－島弧衝突帯から太平洋プレート沈み込み帯前弧域の地震波速度構造

*村井 芳夫[1]、勝俣 啓[1]、高波 鐵夫[2]、渡邊 智毅[3]、山品 匡史[4]、長 郁夫[5]、田中 昌之[6]、東 龍介[7] (1.北海道大学大学院理学研究院地震火山研究観測センター、2.米国ワシントンDCカーネギー研究所、3.マリン・ワーク・ジャパン、4.高知大学理学部、5.産業技術総合研究所、6.気象研究所、7.東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター)

14:15 ~ 14:30

[SSS12-03] Structural Complexity Associated with Arc-Arc Collision in Hokkaido Island, Japan - Review on Controlled-Source Seismic Researches in Western and Central Hokkaido -

★Invited Papers

*岩崎 貴哉[1]、津村 紀子[2]、伊藤 谷生[3]、在田 一則[4]、佐藤 比呂志[1] (1.東京大学地震研究所、2.千葉大学大学院理学研究院、3.地震予知総合研究振興会、4.北海道総合地質学研究センター)

14:30 ~ 14:45

[SSS12-04] Seismic imaging of the eastern Japan forearc region using S-net data

*豊国 源知[1]、趙 大鵬[1]、内田 直希[1]、中山 貴史[1] (1.東北大・理・予知セ)

14:45 ~ 15:00

[SSS12-05] いわき地域における地殻内反射面と地震活動との関係

*飯高 隆[1]、酒井 慎一[1]、五十嵐 俊博[1]、小原 一成[1]、加藤 愛太郎[1]、武田 哲也[2]、中川 茂樹[1] (1.東京大学地震研究所、2.防災科学技術研究所)

15:00 ~ 15:15

[SSS12-06] 首都圏下における異常な地震波異方性分布（１）フィリピン海スラブマントル

*石瀬 素子[1]、酒井 慎一[1]、加藤 愛太郎[1]、青井 真[2]、松原 誠[2] (1.東京大学地震研究所、2.防災科学技術研究所)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

15:30 ~ 17:00 | A05 東京ベイ幕張ホール

[S-SS12] 地殻構造

コンビーナ:中東 和夫(東京海洋大学)、座長:鶴我 佳代子(東京海洋大学)、山本 揚二朗(海洋研究開発機構)

15:30 ~ 15:45

[SSS12-07] 駿河湾横断海陸統合地殻構造探査

*佐藤 比呂志[1]、鶴我 佳代子[2]、馬場 久紀[3]、石山 達也[1]、川崎 慎治[4]、田中 康久[4]、林 俊史[2]、関野 善広[2]、篠原 雅尚[1]、岩崎 貴哉[1]、松原 誠[5]、平田 直[1,5] (1.東京大学地震研究所、2.東京海洋大学、3.東海大学、4.（株）地球科学総合研究所、5.防災科学技術研究所)

15:45 ~ 16:00

[SSS12-08] 東京海洋大学「神鷹丸」による駿河湾北部における反射法・屈折法地震探査（序報）

*鶴我 佳代子[1]、佐藤 比呂志[2]、馬場 久紀[3]、関野 善広[1]、林 敏史[1]、近藤 逸人[1]、青山 千春[1]、會川 鉄太郎[1]、石山 達也[2]、篠原 雅尚[2]、川崎 慎次[4]、田中 康久[4] (1.東京海洋大学、2.東京大学、3.東海大学、4.(株)地球科学総合研究所)

16:00 ~ 16:15

[SSS12-09] 駿河湾北部-富士川河口断層帯におけるエアガン-OBS構造探査（序報）

*馬場 久紀[1]、鶴我 佳代子[2]、佐藤 比呂志[3]、石山 達也[3]、篠原 雅尚[3]、西宮 隆仁[4]、阿部 信太郎[5] (1.東海大学海洋学部海洋地球科学、2.東京海洋大学、3.東京大学地震研究所、4.気象庁気象研究所、5.地震予知振興会)

16:15 ~ 16:30

[SSS12-10] 内浦湾における活断層イメージングのための三次元減衰プロファイリング

*鶴 哲郎[1]、清水 史緒[1]、小川 真由[1]、朴 進午[2]、古山 精史朗[1]、荒井 晃作[3]、井上 卓彦[3]、郭 晨[2] (1.東京海洋大学、2.東京大学大気海洋研究所、3.産業技術総合研究所)

16:30 ~ 16:45

[SSS12-11] 愛知県西尾市における高浜断層及び横須賀断層の延長部における重力探査

*竜沢 篤ノ助[1,2]、住田 達哉[2]、伊藤 忍[2]、阿部 朋弥[2] (1.早稲田大学大学院創造理工学研究科地球・環境資源理工学専攻、2.産業技術総合研究所)

16:45 ~ 17:00

[SSS12-12] Subduction geometry and seismicity around northern Ryukyu subduction zone

*山本 揚二朗[1]、高橋 努[1]、石原 靖[1]、尾鼻 浩一郎[1]、三浦 誠一[1]、小平 秀一[1]、金田 義行[2] (1.海洋研究開発機構、2.香川大学)

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

9:00 ~ 10:30 | A09 東京ベイ幕張ホール

[S-IT25] Planetary cores: Structure, formation, and evolution

コンビーナ:寺崎 英紀(大阪大学大学院理学研究科)、大谷 栄治(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、William F McDonough(University of Maryland College Park)、George Helffrich(Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology)、座長:George Helffrich(ELSI, Tokyo Institute of Technology)、寺崎 英紀

9:00 ~ 9:15

[SIT25-01] **High-pressure Equation of State of Schreibersite $Fe_{2.15}Ni_{0.85}P$: Implications for the Martian Core**

*Xuejing He[1]、Jiazeng Guo[2]、Xiang Wu[3]、Shengxuan Huang[1]、Fei Qin[1]、Xiangping Gu[4]、Shan Qin[1] (1.Peking Univ.、2.Nanyang Normal Univ.、3.China Univ. of Geosciences、4.Central South Univ.)

9:15 ~ 9:30

[SIT25-02] Bottom-up solidification versus top-down solidification of the liquid core of the relatively small planetary bodies

*浦川 啓[1]、寺崎 英紀[2] (1.岡山大学大学院自然科学研究科、2.大阪大学大学院理学研究科)

9:30 ~ 9:45

[SIT25-03] P-wave velocity of Fe_3S under high pressure and temperature

*鎌田 誠司[1,2]、寺崎 英紀[3]、福井 宏之[4,5]、坂巻 竜也[2]、内山 裕士[6]、筒井 智嗣[6]、大谷 栄治[2]、Baron Alfred[5] (1.東北大学学際科学フロンティア研究所、2.東北大学大学院理学研究科地学専攻、3.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻、4.兵庫県立大学物質理学研究科物質科学専攻、5.RIKEN、6.JASRI)

9:45 ~ 10:00

[SIT25-04] The sound velocity of liquid Fe-Ni-S-Si alloys under Mercury's core condition

*山田 伊織[1]、寺崎 英紀[1]、神谷 朝香[1]、鶴岡 椋[1]、肥後 祐司[2]、町田 晃彦[3] (1.大阪大学大学院理学研究科、2.(財)高輝度光科学研究センター、3.量子科学技術研究開発機構)

10:00 ~ 10:15

[SIT25-05] レーザー衝撃実験によるFe-Si融体の重力不安定性成長のその場観察

*寺崎 英紀[1]、境家 達弘[1]、重森 啓介[2]、加藤 弘樹[2]、弘中 陽一郎[2]、近藤 忠[1] (1.大阪大学大学院理学研究科、2.大阪大学レーザー科学研究所)

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

10:45 ~ 12:15 | A09 東京ベイ幕張ホール

[S-IT25] Planetary cores: Structure, formation, and evolution

コンビーナ:寺崎 英紀(大阪大学大学院理学研究科)、大谷 栄治(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、William F McDonough(University of Maryland College Park)、George Helffrich(Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology)、座長:William McDonough(University of Maryland / Tohoku University)、大谷 栄治(東北大学)

10:45 ~ 11:00

[SIT25-06] *P-V-T* equation-of-state of liquid Fe from *ab-initio* simulations to the TPa regime

*Gerd Steinle-Neumann[1]、Fabian Wagle[1] (1.Bayerisches Geoinstitut, University of Bayreuth, Germany)

11:00 ~ 11:15

[SIT25-07] ***Ab initio* study of Iron-Nickel alloys in Super-Earths cores**

*Francois Soubiran[1]、Razvan Caracas[1] (1.Ecole normale superieure de Lyon, Laboratoire de Géologie de Lyon, Université Lyon 1, CNRS UMR 5276, Lyon, France)

11:15 ~ 11:30

[SIT25-08] **Impurity effect on the iron's transport properties at Earth's core conditions: A key constraint for the evolution of the Earth's core**

*Youjun Zhang[1]、Mingqiang Hou[2]、Nilesh Salke[2]、Jung-Fu Lin[3] (1.Sichuan University、2.HPSTAR、3.University of Texas at Austin)

11:30 ~ 11:45

[SIT25-09] 214 GPaまでのFe-FeO系の共融点組成の決定

*岡 健太[1]、木所 佑斗、廣瀬 敬[1]、中島 陽一[2]、Guillaume Morard[3]、Guillaume Fiquet[3]、Nicolas Coudurier[3] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2.熊本大学大学院先導機構、3.ソルボンヌ大学)

11:45 ~ 12:00

[SIT25-10] B2 phase in the inner core: constraints from high pressure experiments

*Eiji Ohtani[1]、Daijo Ikuta[1]、Seiji Kamada[2]、Tatsuya Sakamaki[1]、Naohisa Hirao[3] (1.Department of Earth and Planetary Materials Science, Graduate School of Science, Tohoku University、2.Frontier Institute for Interdisciplinary Research, Tohoku University、3.SRring-8, Japan Synchrotron Research Institute)

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_10

[S-IT25] Planetary cores: Structure, formation, and evolution

コンビーナ:寺崎 英紀(大阪大学大学院理学研究科)、大谷 栄治(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、William F McDonough(University of Maryland College Park)、George Helffrich(Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology)

[SIT25-P01] Stratification of the Earth's core by SiO_2 crystallisation

*George Helffrich[1]、Satoshi Kaneshima[2]、Kei Hirose[1,3] (1.Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology、2.Earth and Planetary Sciences, Kyushu University、3.Earth and Planetary Sciences Department, University of Tokyo)

[SIT25-P02] Relation between sound velocity and density for liquid iron alloys under Earth's core pressures by laser-shock compression

*境家 達弘[1]、近藤 忠[1]、寺崎 英紀[1]、重森 啓介[2]、弘中 陽一郎[2] (1.Graduate School of Science, Osaka University、2.Institute of Laser Engineering, Osaka University)

[SIT25-P03] **Geochemical estimates of Earth's core heat content at the end of accretion**

*Vincent Clesi[1]、Renaud Deguen[1] (1.Laboratoire de Geologie de Lyon - Terre, Planètes, Environnement, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS, ENS-Lyon, 69622 Villeurbanne, France.)

[SIT25-P04] 固体金属の密度に及ぼす温度の影響

*神谷 朝香[1]、寺崎 英紀[1]、近藤 忠[1] (1.大阪大学)

[SIT25-P05] Phase relations in the Fe-Ni-Si system at high pressures and high temperatures

*生田 大穣[1]、大谷 栄治[1]、河口 沙織[2]、平尾 直久[2]、大石 泰生[2] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻、2.(公財)高輝度光科学研究センター 利用研究促進部門)

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_21

[S-IT25] Planetary cores: Structure, formation, and evolution

コンビーナ:寺崎 英紀(大阪大学大学院理学研究科)、大谷 栄治(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、William F McDonough(University of Maryland College Park)、George Helffrich(Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology)

[SIT25-P01] Stratification of the Earth's core by SiO_2 crystallisation

*George Helffrich[1]、Satoshi Kaneshima[2]、Kei Hirose[1,3] (1.Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology、2.Earth and Planetary Sciences, Kyushu University、3.Earth and Planetary Sciences Department, University of Tokyo)

[SIT25-P02] Relation between sound velocity and density for liquid iron alloys under Earth's core pressures by laser-shock compression

*境家 達弘[1]、近藤 忠[1]、寺崎 英紀[1]、重森 啓介[2]、弘中 陽一郎[2] (1.Graduate School of Science, Osaka University、2.Institute of Laser Engineering, Osaka University)

[SIT25-P03] **Geochemical estimates of Earth's core heat content at the end of accretion**

*Vincent Clesi[1]、Renaud Deguen[1] (1.Laboratoire de Geologie de Lyon - Terre, Planètes, Environnement, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS, ENS-Lyon, 69622 Villeurbanne, France.)

[SIT25-P04] 固体金属の密度に及ぼす温度の影響

*神谷 朝香[1]、寺崎 英紀[1]、近藤 忠[1] (1.大阪大学)

[SIT25-P05] Phase relations in the Fe-Ni-Si system at high pressures and high temperatures

*生田 大穣[1]、大谷 栄治[1]、河口 沙織[2]、平尾 直久[2]、大石 泰生[2] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻、2.(公財)高輝度光科学研究センター 利用研究促進部門)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-GL 地質学

9:00 ~ 10:30 | A10 東京ベイ幕張ホール

[S-GL27] 地球年代学・同位体地球科学

コンビーナ:田上 高広(京都大学大学院理学研究科)、佐野 有司(東京大学大気海洋研究所海洋地球システム研究系)、座長:田上 高広、佐野 有司

9:00 ~ 9:30

[SGL27-01] 宇宙線生成核種を用いた地形および地表近傍構成物の年代測定: 適用性と限界

★招待講演

*松四 雄騎[1] (1.京都大学防災研究所 地盤災害研究部門 山地災害環境分野)

9:30 ~ 9:45

[SGL27-02] 宇宙線生成核種法を用いた海成侵食段丘の離水年代の推定：宮崎県日向市の事例（速報）

*末岡 茂[1]、小松 哲也[1]、松四 雄騎[2]、代永 佑輔[1]、佐野 直美[1]、平尾 宣暁[1]、植木 忠正[1]、藤田 奈津子[1]、國分 陽子[1]、丹羽 正和[1] (1.日本原子力研究開発機構、2.京都大学防災研究所)

9:45 ~ 10:00

[SGL27-03] Multi-OSL熱年代法による土岐花崗岩体の10万年スケールの熱履歴推定

*小形 学[1]、King Georgina[2]、Herman Frédéric[2]、末岡 茂[1] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構東濃地科学センター、2.ローザンヌ大学)

10:00 ~ 10:15

[SGL27-04] 地震時に石英ガウジが光刺激ルミネッセンス（OSL）信号を消失する深度条件

*蓑毛 裕希[1]、大橋 聖和[1]、長谷部 徳子[2]、三浦 知督[3] (1.山口大学大学院創成科学研究科、2.金沢大学環日本海域環境研究センター、3.金沢大学)

10:15 ~ 10:30

[SGL27-05] 北陸層群からいくつかの年代測定結果の報告

*長谷部 徳子[1]、上口 椋[2] (1.金沢大学環日本海域環境研究センター、2.金沢大学地球学教室)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-GL 地質学

10:45 ~ 12:15 | A10 東京ベイ幕張ホール

[S-GL27] 地球年代学・同位体地球科学

コンビーナ:田上 高広(京都大学大学院理学研究科)、佐野 有司(東京大学大気海洋研究所海洋地球システム研究系)、座長:佐野 有司、田上 高広

10:45 ~ 11:15

[SGL27-06] Geochemical origin/cycle analysis with isotopologues and isotopomers

★Invited Papers

*吉田 尚弘[1] (1.東京工業大学物質理工学院, 地球生命研究所)

11:15 ~ 11:30

[SGL27-07] カナダ・ラブラドールの堆積岩を用いた古環境の推定

*須藤 克誉[1]、佐野 有司[1]、小宮 剛[1]、Bakert David[2]、Michael Broadley[2]、Bernard Marty[2] (1.東京大学、2.CRPG-CNRS, Université de Lorraine)

11:30 ~ 11:45

[SGL27-08] 高圧合成試料に基づくメソシデライト・ジルコンのHf-W年代測定

*小山 雄大[1]、高畑 直人[1]、佐野 有司[1]、杉浦 直治[1]、小池 みずほ[2]、羽場 麻希子[3]、坂田 周平[4]、桑原 秀治[5]、入舩 徹男[5] (1.東京大学、2.宇宙航空研究開発機構、3.東京工業大学、4.学習院大学、5.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)

11:45 ~ 12:15

[SGL27-09] 放射年代と天文年代ー国際年代層序表における年代数値に関連して

★招待講演

*兼岡 一郎[1] (1.東京大学地震研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-GL 地質学

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_11

[S-GL27] 地球年代学・同位体地球科学

コンビーナ:田上 高広(京都大学大学院理学研究科)、佐野 有司(東京大学大気海洋研究所海洋地球システム研究系)

[SGL27-P01] 地質環境長期安定性に関する研究とLA-ICP質量分析法による年代測定

★招待講演

*横山 立憲[1]、三ツ口 丈裕[1]、末岡 茂[1] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構)

[SGL27-P02] **U-Pb detrital zircon age dating from the Aileu Formation of Timor-Leste; Estimate depositional age and provenance of the sediment**

*Jovita Elisa Fatima da Costa[1]、Shoichi Kiyokawa[1]、Yukiyasu Tsutsumi[2] (1.Kyushu University、2.National Museum of Nature and Science)

[SGL27-P03] Petrological, geochemical, and geochronological characteristics of the Oritate travertine from Unazuki area, Toyama, Japan: possibility of U-Pb geochronology of carbonates with high common Pb.

*福山 繭子[1]、小笠原 正継[2] (1.秋田大学大学院理工学研究科、2.産業技術総合研究所地質情報研究部門)

[SGL27-P04] 白神岳複合岩体のジルコンのU-Pb年代とテクトニクス

*佐藤 大紀[1]、梅田 浩司[1] (1.弘前大学)

[SGL27-P05] 八溝地域に分布する深成岩類のジルコンU-Pb年代

*江島 輝美[1,2]、昆 慶明[2]、荒岡 大輔[2]、河野 重範[3]、高橋 浩[2] (1.信州大学、2.産業技術総合研究所、3.栃木県立博物館)

[SGL27-P06] Denudation history of the Higher Himalayan Crystallines in West-Central Nepal: insights from zircon fission-track dating and thermokinematic modeling

*中嶋 徹[1]、酒井 治孝[1]、岩野 英樹[2]、檀原 徹[2]、平田 岳史[3] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻、2.(株)京都フィッション・トラック、3.東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設)

[SGL27-P07] 東北日本弧前弧域における熱年代学的研究

*梶田 侑弥[1]、末岡 茂[2]、福田 将眞[1]、長谷部 徳子[3]、田村 明弘[4]、森下 知晃[4]、Kohn Barry[5]、横山 立憲[2]、田上 高広[1] (1.京都大学大学院理学研究科、2.日本原子力研究開発機構、3.金沢大学環日本海域環境研究センター、4.金沢大学理工学域自然システム学類、5.メルボルン大学地球科学科)

[SGL27-P08] Argon diffusion in rocks - classical approach in view of heating and relaxation

Zwingmann Horst[1]、*兵藤 博信[2] (1.京都大学理学研究科地球惑星科学、2.岡山理科大学自然科学研究所)

[SGL27-P09] ^{4}He/U-Th dating of pore waters from Quaternary sediments in Switzerland: potential and challenges

*Yama Tomonaga[1]、Edith Horstmann[1]、Gaudenz Deplazes[2]、Rolf Kipfer[1] (1.Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag)、2.National Cooperative for the Disposal of Radioactive Waste (Nagra))

[SGL27-P10] Compound-specific radiocarbon analysis of lipid biomarkers in surface sediment from Lake Kawaguchi, central Japan

*山本 真也[1]、宮入 陽介[2]、横山 祐典[2]、菅 寿美[3]、小川 奈々子[3]、大河内 直彦[3] (1.山梨県富士山科学研究所、2.東京大学大気海洋研究所、3.海洋研究開発機構)

[SGL27-P11] Reestablishment of the Mesozoic and Cenozoic Stratigraphic Events of the Fergana Basin, Uzbekistan

*OTABEK ANVAROV[1]、久田 健一郎[1]、丸岡 照幸[1]、黒田 潤一郎[2]、Sherzod Makhmudov[3] (1.筑波大学、2.東京大学大気海洋研究所、3.State Comittee of Geology and Mineral Resources of Uzbekistan)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-GL 地質学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_22

[S-GL27] 地球年代学・同位体地球科学

コンビーナ:田上 高広(京都大学大学院理学研究科)、佐野 有司(東京大学大気海洋研究所海洋地球システム研究系)

[SGL27-P01] 地質環境長期安定性に関する研究とLA-ICP質量分析法による年代測定

★招待講演

*横山 立憲[1]、三ツ口 丈裕[1]、末岡 茂[1] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構)

[SGL27-P02] **U-Pb detrital zircon age dating from the Aileu Formation of Timor-Leste; Estimate depositional age and provenance of the sediment**

*Jovita Elisa Fatima da Costa[1]、Shoichi Kiyokawa[1]、Yukiyasu Tsutsumi[2] (1.Kyushu University、2.National Museum of Nature and Science)

[SGL27-P03] Petrological, geochemical, and geochronological characteristics of the Oritate travertine from Unazuki area, Toyama, Japan: possibility of U-Pb geochronology of carbonates with high common Pb.

*福山 繭子[1]、小笠原 正継[2] (1.秋田大学大学院理工学研究科、2.産業技術総合研究所地質情報研究部門)

[SGL27-P04] 白神岳複合岩体のジルコンのU-Pb年代とテクトニクス

*佐藤 大紀[1]、梅田 浩司[1] (1.弘前大学)

[SGL27-P05] 八溝地域に分布する深成岩類のジルコンU-Pb年代

*江島 輝美[1,2]、昆 慶明[2]、荒岡 大輔[2]、河野 重範[3]、高橋 浩[2] (1.信州大学、2.産業技術総合研究所、3.栃木県立博物館)

[SGL27-P06] Denudation history of the Higher Himalayan Crystallines in West-Central Nepal: insights from zircon fission-track dating and thermokinematic modeling

*中嶋 徹[1]、酒井 治孝[1]、岩野 英樹[2]、檀原 徹[2]、平田 岳史[3] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻、2.(株)京都フィッション・トラック、3.東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設)

[SGL27-P07] 東北日本弧前弧域における熱年代学的研究

*梶田 侑弥[1]、末岡 茂[2]、福田 将眞[1]、長谷部 徳子[3]、田村 明弘[4]、森下 知晃[4]、Kohn Barry[5]、横山 立憲[2]、田上 高広[1] (1.京都大学大学院理学研究科、2.日本原子力研究開発機構、3.金沢大学環日本海域環境研究センター、4.金沢大学理工学域自然システム学類、5.メルボルン大学地球科学科)

[SGL27-P08] Argon diffusion in rocks - classical approach in view of heating and relaxation

Zwingmann Horst[1]、*兵藤 博信[2] (1.京都大学理学研究科地球惑星科学、2.岡山理科大学自然科学研究所)

[SGL27-P09] ^{4}He/U-Th dating of pore waters from Quaternary sediments in Switzerland: potential and challenges

*Yama Tomonaga[1]、Edith Horstmann[1]、Gaudenz Deplazes[2]、Rolf Kipfer[1] (1.Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag)、2.National Cooperative for the Disposal of Radioactive Waste (Nagra))

[SGL27-P10] Compound-specific radiocarbon analysis of lipid biomarkers in surface sediment from Lake Kawaguchi, central Japan

*山本 真也[1]、宮入 陽介[2]、横山 祐典[2]、菅 寿美[3]、小川 奈々子[3]、大河内 直彦[3] (1.山梨県富士山科学研究所、2.東京大学大気海洋研究所、3.海洋研究開発機構)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-MP 岩石学・鉱物学

9:00 ~ 10:30 | 301B 3F

[S-MP32] 変形岩・変成岩とテクトニクス

コンビーナ:針金 由美子(産業技術総合研究所)、中村 佳博(国立研究開発法人産業技術総合研究所　地質調査総合センター)、座長:中村 佳博(産総研)、針金 由美子(産総研)

9:00 ~ 9:15

[SMP32-19] Thermal interaction of the lithosphere and asthenosphere revealed from internal variations of pressure-temperature history in orogenic peridotite complexes

*小澤 一仁[1]、 ガリド カルロス[2]、ヒダス カロリ[2]、ボディニエ ジャン・ルイ[3] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2.アンダルシア地球科学研究所、3.モンペリエ地球科学研究機構)

9:15 ~ 9:30

[SMP32-20] **Hydration and Ca-metasomatism in Mantle Wedge: An evidence from the Alag Khadny Accretionary Wedge, Western Mongolia**

*OTGONBAYAR DANDAR[1]、Atsushi Okamoto[1]、Masaoki Uno[1]、Noriyoshi Tsuchiya[1] (1.Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University)

9:30 ~ 9:45

[SMP32-21] **Attenuated Total Reflection Infrared (ATR-IR) Spectroscopy of Antigorite, Chrysotile and Lizardite**

*Ilona Talvikki Sakaguchi[1] (1.Nagoya University)

9:45 ~ 10:00

[SMP32-22] 南西インド洋海嶺Marion transform断層において採取された変形かんらん岩の構造岩石学的特徴

*柿畑 優季[1]、道林 克禎[2]、Dick Henry[3] (1.静岡大学大学院総合科学技術研究科、2.名古屋大学大学院環境学研究科、3.ウッズホール海洋研究所)

10:00 ~ 10:15

[SMP32-23] 一ノ目潟産スピネルカンラン岩捕獲岩から読み解くリソスフェア-アセノスフェア境界領域の構造と形成機構

*佐藤 侑人[1]、小澤 一仁[1] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)

10:15 ~ 10:30

[SMP32-24] 変成岩の縞構造と塑性不安定

*鳥海 光弘[1] (1.海洋研究開発機構)

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

9:00 ~ 10:30 | A07 東京ベイ幕張ホール

[S-VC34] Connecting magma dynamics in vent-conduit system with surface expression of volcanic eruption

コンビーナ:三輪 学央(防災科学技術研究所)、下司 信夫(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)、座長:三輪 学央、Jacopo Taddeucci

9:00 ~ 9:15

[SVC34-01] An experimental basis for estimating particle properties following volcanic ash emissions

★Invited Papers

*Adrian Hornby[1]、Ulrich Kueppers[1]、Hanna Horsch[2]、Paul Ayris[1]、Nick Varley[3]、Daniele Andronico[4]、Boris Behncke[4]、Yan Lavallée[5]、Jackie E Kendrick[5]、James Utley[5]、Amy Hughes[5]、David Damby[6]、Benedikt Maurer[1]、Marlin Juchem[1]、Donald B Dingwell[1] (1.Ludwig-Maximilians-Universität München, DE、2.Hazen Research, Golden, USA、3.University of Colima, MX、4.INGV Catania, IT、5.University of Liverpool, UK、6.USGS Cascades Volcano Observatory, USA)

9:15 ~ 9:30

[SVC34-02] **Vapor transport in shallow intruded magmas: insights from diktytaxitic texture**

*櫻井 亮輔[1]、中村 美千彦[2]、奥村 聡[2]、無盡 真弓[2]、中谷 貴之[2] (1.東北大学理学部地球惑星物質科学科、2.東北大学大学院理学研究科地学専攻地球惑星物質科学講座)

9:30 ~ 9:45

[SVC34-03] First observation of nanolites and ultrananolites in alkaline volcanic glasses (Eifel, Germany)

*Marija Putak Juricek[1]、Michihiko Nakamura[2]、Mayumi Mujin[2]、Hans-Ulrich Schmincke[3]、Mari Sumita[3]、Nobuyoshi Miyajima[1] (1.BGI、2.Tohoku Univ.、3.GEOMAR)

9:45 ~ 10:00

[SVC34-04] Textural Study of Pumice Clasts from The Youngest Toba Tuff Eruption

*Gabriela Nogo Retnaningtyas Bunga Naen[1]、Atsushi Toramaru[1]、Tomoharu Miyamoto[1]、Haryo Edi Wibowo[2] (1.Department Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Sciences, Kyushu University, Nishiku, 744, Motooka, Fukuoka, 819-0395, Japan、2.Geological Engineering Department, Universitas Gadjah Mada, 55284, Yogyakarta, Indonesia)

10:00 ~ 10:15

[SVC34-05] **Oomurodashi volcano: Past effusive and phreatomagmatic activity revealed by submarine and subaerial deposits**

*Iona McIntosh[1]、Kenichiro Tani[2]、Alexander Nichols[3]、Qing Chang[1]、Jun-Ichi Kimura[1] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Yokosuka、2.National Museum of Nature and Science, Tsukuba、3.University of Canterbury, Christchurch, New Zealand)

10:15 ~ 10:30

[SVC34-06] Mechanism of volatile transport from mafic to silicic magma upon mixing

*吉村 俊平[1]、松本 亜希子[1]、中川 光弘[1] (1.北海道大学・地球惑星科学)

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

10:45 ~ 12:15 | A07 東京ベイ幕張ホール

[S-VC34] Connecting magma dynamics in vent-conduit system with surface expression of volcanic eruption

コンビーナ:三輪 学央(防災科学技術研究所)、下司 信夫(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)、座長:下司 信夫(産総研　活断層・火山研究部門)、Adrian Hornby(Ludwig-Maximilians-University Munich)

10:45 ~ 11:00

[SVC34-07] The in-flight grain size distribution of lapilli and bombs from Strombolian explosions

*Jacopo Taddeucci[1]、Piergiorgio Scarlato[1]、Elisabetta Del Bello[1]、Tullio Ricci[1]、Ulrich Kueppers[2]、Bruce Houghton[3] (1.Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Rome, Italy、2.Department of Earth and Environmental Sciences. Ludwig-Maximilians-Universität (LMU). Munich, Germany、3.Department of Earth Sciences, University of Hawai‘i at Mānoa, Honolulu, USA)

11:00 ~ 11:15

[SVC34-08] **Pyrrotite oxidation as a proxy for air entrainment in eruption columns**

*松本 恵子[1]、中村 美千彦[2] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター、2.東北大学大学院理学研究科)

11:15 ~ 11:30

[SVC34-09] **Thermal signals in volcano monitoring: combining MODIS-MIROVA data with ground-based measurements at Aso Volcano, Japan**

*Corrado CIGOLINI[1]、Akihiko Yokoo[2]、Diego Coppola[1]、Marco Laiolo[1] (1.Department of Earth Sciences, University of Torino, Italy、2.Aso Volcanological Laboratory, Institute for Geothermal Sciences, Kyoto University, Japan)

11:30 ~ 11:45

[SVC34-10] Magma transfer processes in the NE Japan arc: insights from crustal ambient noise tomography combined with volcanic eruption records

*Georg F Zellmer[1]、Kai-Xun Chen[2]、Yuancheng Gung[2]、Ban-Yuan Kuo[3]、Takeyoshi Yoshida[4] (1.Massey University, Palmerston North, New Zealand、2.National Taiwan University, Taipei, Taiwan、3.Academia Sinica, Taipei, Taiwan、4.Tohoku University, Sendai, Japan)

11:45 ~ 12:00

[SVC34-11] **STRATIGRAPHY RENEWAL, MAGMA CHAMBER STRATIFICATION, AND CONDUIT PROCESS OF THE 1815 TAMBORA CALDERA FORMING ERUPTION**

*Indranova Suhendro[1]、Atsushi Toramaru[1]、Yasuo Miyabuchi[2]、Tomoharu Miyamoto[1] (1.Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Sciences, Kyushu University, Japan、2.Faculty of Advanced Science and Technology, Kumamoto University, Kurokami 2-40-1, Chuo-ku, Kumamoto 860-8555, Japan)

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_12

[S-VC34] Connecting magma dynamics in vent-conduit system with surface expression of volcanic eruption

コンビーナ:三輪 学央(防災科学技術研究所)、下司 信夫(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)

[SVC34-P01] 火道を上昇するマグマ内における水の減圧発泡に関する理論的研究
-粘性項を含む核形成速度の導出と気泡数密度の再評価- (2)

*西脇 瑞紀[1]、寅丸 敦志[2] (1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

[SVC34-P02] Kinetic delay of crystal growth controls plagioclase-basaltic melt apparent disequilibrium

*種田 凌也[1]、石橋 秀巳[1]、安田 敦[2]、外西 奈津美[2] (1.静岡大学理学部地球科学専攻、2.東京大学地震研究所)

[SVC34-P03] **Eruptive trends and dynamics of remote volcanoes detected form space-based thermal data and SO_2 emissions: a comparative analysis of Stromboli, Batu Tara and Tinakula volcanoes**

*Corrado CIGOLINI[1]、Marco Laiolo[1]、Francesco Massimetti[1,2]、Maurizio Ripepe[2]、Diego Coppola[1] (1.Department of Earth Sciences, University of Torino, Italy、2.Department of Earth Sciences, University of Firenze, Italy)

[SVC34-P04] The source depth of Strombolian explosions: a multiparametric approach and comparison

*Jacopo Taddeucci[1]、Miguel Angel Alatorre-Ibarguengoitia[2]、Valeria Cigala[3]、Elisabetta Del Bello[1]、Damien Gaudin[4]、Ulrich Kueppers[4]、Tullio Ricci[1]、Valentino Salvatore[5]、Piergiorgio Scarlato[1] (1.Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Rome, Italy、2.Centro de Investigación en Gestión de Riesgo y Cambio Climático, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Mexico、3.Department of Geosciences, Università degli Studi di Padova, Padua, Italy、4.Department of Earth and Environmental Sciences. Ludwig-Maximilians-Universität (LMU). Munich, Germany、5.Dipartimento di Scienze della Terra, Sapienza Università di Roma, Rome, Italy)

[SVC34-P05] Magmatic aggregate of basaltic ash particles

*三輪 学央[1]、下司 信夫[2] (1.防災科学技術研究所、2.産業技術総合研究所)

[SVC34-P06] メルト包有物から探る伊豆大室山単成火山の噴火プロセス

畑田 璃瑳子[1]、*石橋 秀巳[1]、鈴木 雄介[2]、安田 敦[3]、外西 奈津美[3] (1.静岡大学理学部地球科学専攻、2.伊豆半島ジオパーク、3.東京大学地震研究所)

[SVC34-P07] Time-series variation in the textures of ejecta of the An'ei eruption, Izu-Oshima

*池永 有弥[1]、前野 深[1]、安田 敦[1] (1.東京大学地震研究所)

[SVC34-P08] The textural analysis of pumice from the Plinian eruption of Taupo volcano: implications for tube pumice

*大橋 正俊[1]、市原 美恵[2]、前野 深[2]、Kennedy Ben[3]、Gravley Darren[3] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.東京大学地震研究所、3.The University of Canterbury)

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_23

[S-VC34] Connecting magma dynamics in vent-conduit system with surface expression of volcanic eruption

コンビーナ:三輪 学央(防災科学技術研究所)、下司 信夫(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)

[SVC34-P01] 火道を上昇するマグマ内における水の減圧発泡に関する理論的研究
-粘性項を含む核形成速度の導出と気泡数密度の再評価- (2)

*西脇 瑞紀[1]、寅丸 敦志[2] (1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

[SVC34-P02] Kinetic delay of crystal growth controls plagioclase-basaltic melt apparent disequilibrium

*種田 凌也[1]、石橋 秀巳[1]、安田 敦[2]、外西 奈津美[2] (1.静岡大学理学部地球科学専攻、2.東京大学地震研究所)

[SVC34-P03] **Eruptive trends and dynamics of remote volcanoes detected form space-based thermal data and SO_2 emissions: a comparative analysis of Stromboli, Batu Tara and Tinakula volcanoes**

*Corrado CIGOLINI[1]、Marco Laiolo[1]、Francesco Massimetti[1,2]、Maurizio Ripepe[2]、Diego Coppola[1] (1.Department of Earth Sciences, University of Torino, Italy、2.Department of Earth Sciences, University of Firenze, Italy)

[SVC34-P04] The source depth of Strombolian explosions: a multiparametric approach and comparison

*Jacopo Taddeucci[1]、Miguel Angel Alatorre-Ibarguengoitia[2]、Valeria Cigala[3]、Elisabetta Del Bello[1]、Damien Gaudin[4]、Ulrich Kueppers[4]、Tullio Ricci[1]、Valentino Salvatore[5]、Piergiorgio Scarlato[1] (1.Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Rome, Italy、2.Centro de Investigación en Gestión de Riesgo y Cambio Climático, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Mexico、3.Department of Geosciences, Università degli Studi di Padova, Padua, Italy、4.Department of Earth and Environmental Sciences. Ludwig-Maximilians-Universität (LMU). Munich, Germany、5.Dipartimento di Scienze della Terra, Sapienza Università di Roma, Rome, Italy)

[SVC34-P05] Magmatic aggregate of basaltic ash particles

*三輪 学央[1]、下司 信夫[2] (1.防災科学技術研究所、2.産業技術総合研究所)

[SVC34-P06] メルト包有物から探る伊豆大室山単成火山の噴火プロセス

畑田 璃瑳子[1]、*石橋 秀巳[1]、鈴木 雄介[2]、安田 敦[3]、外西 奈津美[3] (1.静岡大学理学部地球科学専攻、2.伊豆半島ジオパーク、3.東京大学地震研究所)

[SVC34-P07] Time-series variation in the textures of ejecta of the An'ei eruption, Izu-Oshima

*池永 有弥[1]、前野 深[1]、安田 敦[1] (1.東京大学地震研究所)

[SVC34-P08] The textural analysis of pumice from the Plinian eruption of Taupo volcano: implications for tube pumice

*大橋 正俊[1]、市原 美恵[2]、前野 深[2]、Kennedy Ben[3]、Gravley Darren[3] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.東京大学地震研究所、3.The University of Canterbury)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_5

[S-VC37] 火山噴火のダイナミクスと素過程

コンビーナ:鈴木 雄治郎(東京大学地震研究所)

[SVC37-P01] **Geochemical interpretation of Ulleung Island volcanic rocks: Implication for the new magmatic model for plume-slab interaction in East Asia**

*Chungwan LIM[1]、Dohyun Kim[1] (1.Kongju National University)

[SVC37-P02] 鉛直方向に非一様な気泡合体過程の1次元粒子モデル

*丸石 崇史[1] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻)

[SVC37-P03] 北西九州、北松浦玄武岩にある100m厚の玄武岩質溶岩の形成過程

*荒木 亮太郎[1]、柵山 徹也[1] (1.大阪市立大学)

[SVC37-P04] 宇宙線ミュオンを用いた火山イメージング観測手法の紹介

*宮本 成悟[1] (1.東京大学地震研究所)

[SVC37-P05] 大室山での全方位ミュオグラフィに向けたシミュレーションとテスト観測

*長原 翔伍[1]、宮本 成悟[1]、森島 邦博[2]、中野 敏行[2]、小山 真人[3]、鈴木 雄介[4] (1.東京大学地震研究所、2.名古屋大学、3.静岡大学、4.伊豆半島ジオパーク推進協議会事務局)

[SVC37-P06] 地形を考慮した有限要素法による火山性地殻変動の力源推定

*山田 晋也[1]、小林 知勝[1] (1.国土地理院)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_24

[S-VC37] 火山噴火のダイナミクスと素過程

コンビーナ:鈴木 雄治郎(東京大学地震研究所)

[SVC37-P01] **Geochemical interpretation of Ulleung Island volcanic rocks: Implication for the new magmatic model for plume-slab interaction in East Asia**

*Chungwan LIM[1]、Dohyun Kim[1] (1.Kongju National University)

[SVC37-P02] 鉛直方向に非一様な気泡合体過程の1次元粒子モデル

*丸石 崇史[1] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻)

[SVC37-P03] 北西九州、北松浦玄武岩にある100m厚の玄武岩質溶岩の形成過程

*荒木 亮太郎[1]、柵山 徹也[1] (1.大阪市立大学)

[SVC37-P04] 宇宙線ミュオンを用いた火山イメージング観測手法の紹介

*宮本 成悟[1] (1.東京大学地震研究所)

[SVC37-P05] 大室山での全方位ミュオグラフィに向けたシミュレーションとテスト観測

*長原 翔伍[1]、宮本 成悟[1]、森島 邦博[2]、中野 敏行[2]、小山 真人[3]、鈴木 雄介[4] (1.東京大学地震研究所、2.名古屋大学、3.静岡大学、4.伊豆半島ジオパーク推進協議会事務局)

[SVC37-P06] 地形を考慮した有限要素法による火山性地殻変動の力源推定

*山田 晋也[1]、小林 知勝[1] (1.国土地理院)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

13:45 ~ 15:15 | A07 東京ベイ幕張ホール

[S-VC37] 火山噴火のダイナミクスと素過程

コンビーナ:鈴木 雄治郎(東京大学地震研究所)、座長:鈴木 雄治郎(東京大学　地震研究所)、志水 宏行(東京大学地震研究所)

13:45 ~ 14:00

[SVC37-01] 巨大地震による山体の共振は噴火を誘発したり阻止したりする

*並木 敦子[1]、Rivalta Eleonora[2]、Woith Heiko[2]、Willey Timothy[2]、Parolai Stefano[3]、Walter Thomas[2] (1.広島大学　総合科学研究科 環境自然科学講座、2.GFZ、3.OGS)

14:00 ~ 14:15

[SVC37-02] **低水蒸気圧下における安山岩質軽石の石基結晶化実験**

*安川 宙葵[1]、無盡 真弓[1]、中村 美千彦[1]、大槻 静香[2] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻地球惑星物質科学講座、2.産業技術総合研究所)

14:15 ~ 14:30

[SVC37-03] 斜長石斑晶から読み解く噴火前マグマ進化と水の挙動：富士山宝永噴火への応用

*飯塚 毅[1]、原田 智代[1]、清水 健二[2]、牛久保 孝行[2]、浜田 盛久[2]、吉本 充宏[3] (1.東京大学、2.海洋開発研究機構、3.富士山科学研究所)

14:30 ~ 14:45

[SVC37-04] Probing magmatic processes just prior to historic eruptions at Sakurajima volcano: Toward understanding “magma pre-charge”

*新谷 直己[1]、中村 美千彦[1]、奥村 聡[1] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻地球惑星物質科学講座)

14:45 ~ 15:00

[SVC37-05] 桜島火山ブルカノ式噴火前のマグマプロセス：岩石学・地球物理学の連携研究

*坂内 野乃[2]、中村 美千彦[2]、安田 敦[1]、奥村 聡[2]、新谷 直己[2]、井口 正人[3]、味喜 大介[3]、下司 信夫[4] (1.東京大学地震研究所、2.東北大学理学研究科地学専攻地球惑星物質科学講座、3.京都大学防災研究所火山活動研究センター、4.産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)

15:00 ~ 15:15

[SVC37-06] 新燃岳2018年噴火のドーム形成に伴う間欠的ガス放出

★招待講演

*山田 大志[1]、上田 英樹[1]、森 俊哉[2]、棚田 俊收[1] (1.防災科学技術研究所、2.東京大学大学院理学系研究科　地殻化学実験施設)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

15:30 ~ 17:00 | A07 東京ベイ幕張ホール

[S-VC37] 火山噴火のダイナミクスと素過程

コンビーナ:鈴木 雄治郎(東京大学地震研究所)、座長:鈴木 雄治郎(東京大学　地震研究所)、山田 大志

15:30 ~ 15:45

[SVC37-07] 回折音場を考慮した空振振幅の推定

*石井 杏佳[1]、横尾 亮彦[1] (1.京都大学大学院理学研究科)

15:45 ~ 16:00

[SVC37-08] 間欠泉アナログ実験における圧力変動のメカニズムと周波数支配要因

*手嶌 法子[1]、寅丸 敦志[2] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻 、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

16:00 ~ 16:15

[SVC37-09] 大規模火砕流の到達距離に対する温度の影響: 二層重力流モデルによる数値シミュレーション

*志水 宏行[1]、小屋口 剛博[1]、鈴木 雄治郎[1] (1.東京大学地震研究所)

16:15 ~ 16:30

[SVC37-10] **九重山54kaプリニー式噴火による降下軽石（Kj-P1）の粒度分布**

*辻 智大[1]、岸本 博志[2]、藤田 浩司[2]、中村 千怜[3]、長田 朋大[3]、木村 一成[3]、池田 倫治[1]、西坂 直樹[4]、大西 耕造[4] (1.株式会社四国総合研究所、2.アジア航測株式会社、3.株式会社ナイバ、4.四国電力株式会社)

16:30 ~ 16:45

[SVC37-11] 霧島火山，2018年新燃岳噴火のEAI法による火山灰堆積量推定手法－数少ない観測値からの分析方法

*田島 靖久[1]、中田 節也[2]、長井 雅史[2]、前野 深[3]、及川 純[3]、及川 輝樹[4]、宮縁 育夫[5]、長谷中 利昭[5]、川口 允孝[5] (1.日本工営(株)中央研究所、2.防災科学技術研究所、3.東京大学地震研究所、4.産業技術総合研究所、5.熊本大学)

16:45 ~ 17:00

[SVC37-12] 光学式ディスドロメータによる降灰測定：噴煙観測におけるレーダーパラメータへの制約
★招待講演

*小園 誠史[1]、井口 正人[2]、三輪 学央[3]、真木 雅之[4]、前坂 剛[3]、味喜 大介[2]、西村 太志[1] (1.東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻、2.京都大学防災研究所火山活動研究センター、3.防災科学技術研究所、4.鹿児島大学地震火山地域防災センター)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-TT 計測技術・研究手法

10:45 ~ 12:15 | A11 東京ベイ幕張ホール

[S-TT43] 地震観測・処理システム

コンビーナ:前田 宜浩(防災科学技術研究所)、座長:篠原 雅尚(東京大学地震研究所観測開発基盤センター)

10:45 ~ 11:00

[STT43-01] 連続観測用ボアホール応力計の特徴に関するまとめと考察

*石井 紘[1]、浅井 康広[1] (1.公益財団法人 地震予知総合研究振興会 東濃地震科学研究所)

11:00 ~ 11:15

[STT43-02] 海中浮遊ロボットMERMAIDによる地震観測

*大林 政行[1]、杉岡 裕子[2] (1.独立行政法人海洋研究開発機構 地球深部ダイナミクス研究分野、2.神戸大学理学研究科惑星学専攻)

11:15 ~ 11:30

[STT43-03] 高温光ファイバーとDASテクノロジーを使った250°Cを超える環境下の坑井内での地震観測

*木村 恒久[1] (1.シュルンベルジェ)

11:30 ~ 11:45

[STT43-04] DAS計測技術を用いた三陸沖光ケーブル観測システムにおける高密度海底地震観測の試み

*篠原 雅尚[1]、山田 知朗[1]、悪原 岳[1]、望月 公廣[1]、笠嶋 丈夫[2]、有岡 孝祐[2]、濱川 雅之[3]、久保田 俊輔[4] (1.東京大学地震研究所、2.富士通研究所、3.富士通、4.ワイケー技研)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-TT 計測技術・研究手法

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_13

[S-TT43] 地震観測・処理システム

コンビーナ:前田 宜浩(防災科学技術研究所)

[STT43-P01] 廉価・容易に構築できる地震計ネットワークシステムの提案

*伊藤 貴盛[1]、赤澤 隆士[2]、楠 浩一[3]、矢澤 正人[4] (1.株式会社aLab、2.一般財団法人地域地盤環境研究所、3.東京大学地震研究所、4.株式会社数理設計研究所)

[STT43-P02] 廉価な高密度強震観測ネットワークの実現に向けた試験観測

*赤澤 隆士[1]、伊藤 貴盛[2] (1.一般財団法人地域地盤環境研究所、2.株式会社aLab)

[STT43-P03] 津波地震の規模推定への利用を想定した気象庁広帯域地震計・速度型強震計の長周期帯域のノイズレベルの比較

*田中 昌之[1]、勝間田 明男[1] (1.気象研究所)

[STT43-P04] エアガンの観測波形を用いたS-net観測点の海底表層地震波速度と設置方位の推定：大型鯨類鳴音の音源定位に向けて

*岩瀬 良一[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[STT43-P05] **Parametric time series – video sincronization tool**

*Gerardo Manuel Mendo Pérez[1]、Alejandra Arciniega Ceballos[1,2]、Alejandro Rosado Fuentes[1] (1.Earth Science Graduate Program, National Autonomous University of Mexico、2.Department of Volcanology, Institute of Geophysics, National Autonomus University of Mexico)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-TT 計測技術・研究手法

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_25

[S-TT43] 地震観測・処理システム

コンビーナ:前田 宜浩(防災科学技術研究所)

[STT43-P01] 廉価・容易に構築できる地震計ネットワークシステムの提案

*伊藤 貴盛[1]、赤澤 隆士[2]、楠 浩一[3]、矢澤 正人[4] (1.株式会社aLab、2.一般財団法人地域地盤環境研究所、3.東京大学地震研究所、4.株式会社数理設計研究所)

[STT43-P02] 廉価な高密度強震観測ネットワークの実現に向けた試験観測

*赤澤 隆士[1]、伊藤 貴盛[2] (1.一般財団法人地域地盤環境研究所、2.株式会社aLab)

[STT43-P03] 津波地震の規模推定への利用を想定した気象庁広帯域地震計・速度型強震計の長周期帯域のノイズレベルの比較

*田中 昌之[1]、勝間田 明男[1] (1.気象研究所)

[STT43-P04] エアガンの観測波形を用いたS-net観測点の海底表層地震波速度と設置方位の推定：大型鯨類鳴音の音源定位に向けて

*岩瀬 良一[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[STT43-P05] **Parametric time series – video sincronization tool**

*Gerardo Manuel Mendo Pérez[1]、Alejandra Arciniega Ceballos[1,2]、Alejandro Rosado Fuentes[1] (1.Earth Science Graduate Program, National Autonomous University of Mexico、2.Department of Volcanology, Institute of Geophysics, National Autonomus University of Mexico)

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

9:00 ~ 10:30 | コンベンションホールA 2F

[S-CG48] Science of slow earthquakes: Toward unified understandings of whole earthquake process

コンビーナ:井出 哲(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、廣瀬 仁(神戸大学都市安全研究センター)、氏家 恒太郎(筑波大学生命環境系)、波多野 恭弘(東京大学地震研究所)、座長:望月 公廣(東京大学地震研究所)、新井 隆太

9:00 ~ 9:15

[SCG48-17] Three-dimensional seismic structure of the shallow plate boundary in the northern Hikurangi margin from NZ3D OBS data

*新井 隆太[1]、小平 秀一[1]、Kellett Richard[2]、Stucker Valerie[2]、Bassett Dan[2]、Henrys Stuart[2]、尾鼻 浩一郎[1]、Bangs Nathan[3]、Barker Dan[2]、Bell Rebecca[4]、望月 公廣[5]、藤江 剛[1]、三浦 誠一[1]、Fry Bill[2]、NZ3D team (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.GNS Science、3.University of Texas Institute for Geophysics、4.Imperial College London、5.東京大学地震研究所)

9:15 ~ 9:45

[SCG48-18] **Using earthquake focal mechanisms to investigate slow slip driving forces in the northern Hikurangi**

★Invited Papers

*Emily Warren-Smith[1]、Bill Fry[1]、Laura Wallace[1] (1.GNS Science)

9:45 ~ 10:00

[SCG48-19] 広帯域レシーバ関数が示す南海トラフ沈み込み帯スロー地震発生域の地震学的構造変化

*佐脇 泰典[1]、伊藤 喜宏[2]、太田 和晃[2]、澁谷 拓郎[2]、岩田 知孝[2] (1.京都大学大学院理学研究科、2.京都大学防災研究所)

10:00 ~ 10:15

[SCG48-20] Slip tendency maps for compressional and extensional stress states on a shallow decollement in Nankai Trough

*橋本 善孝[1]、佐藤 茂行[1]、グレゴリー ムーア[2]、木下 正高[3]、木村 学[4]、宮川 歩夢[5]、白石 和也[6]、山田 泰広[6] (1.高知大学、2.ハワイ大学、3.東京大学、4.東京海洋大学、5.産業技術総合研究所、6.海洋研究開発機構)

10:15 ~ 10:30

[SCG48-21] Permeability and its anisotropy on creeping Chihshang Fault, Taiwan

*Tyas Dwi Aprilniadi[1]、Wen-Jie Wu[1]、Li-Wei Kuo[1]、Jian-Cheng Lee[2]、Jia-Jyun Dong[3] (1.Department of Earth Sciences, National Central University、2.Institute of Earth Sciences, Academia Sinica、3.Graduate Institute of Applied Geology, National Central University)

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

10:45 ~ 12:15 | コンベンションホールA 2F

[S-CG48] Science of slow earthquakes: Toward unified understandings of whole earthquake process

コンビーナ:井出 哲(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、廣瀬 仁(神戸大学都市安全研究センター)、氏家 恒太郎(筑波大学生命環境系)、波多野 恭弘(東京大学地震研究所)、座長:氏家 恒太郎(筑波大学生命環境系)、ウォリス サイモン(Nagoya University)

10:45 ~ 11:00

[SCG48-22] Short fluid infiltration events in the low permeable metamorphic rocks triggered by crustal fracturing at amphibolite–granulite facies conditions

*Diana Mindaleva[1]、Masaoki Uno[1]、Fumiko Higashino[1]、Atsushi Okamoto[1]、Noriyoshi Tsuchiya[1] (1.Graduate school of environmental studies, Tohoku University)

11:00 ~ 11:15

[SCG48-23] Generation of high fluid pressure at the base of the shallow mantle wedge—evidence from serpentinite of the Sanbagawa belt, SW Japan

*ウォリス サイモン[1]、纐纈 佑衣[2]、横田 麻莉[1,2] (1.東京大学、2.名古屋大学)

11:15 ~ 11:30

[SCG48-24] **Overpressured subduction plate boundary caused by infiltration of mantle-derived fluids: Evidence from helium isotope analysis on veins in subduction mélange**

*西山 直毅[1]、氏家 恒太郎[1]、角野 浩史[2] (1.筑波大学　生命環境系、2.東京大学)

11:30 ~ 11:45

[SCG48-25] **Geological and rheological conditions of subduction plate boundary between the seismogenic zone and the ETS zone in warm-slab environments**

*氏家 恒太郎[1]、野呂 和也[1]、重松 紀生[2]、Fagereng Ake[3]、西山 直毅[1]、Tulley Christopher[3]、増山 春菜[1]、森 康[4] (1.筑波大学生命環境系、2.産業技術総合研究所活断層・火山研究部門、3.カーディフ大学、4.北九州市立自然史・歴史博物館)

11:45 ~ 12:00

[SCG48-26] Temperature variation in tectonic mélanges of the Shimanto Belt, SW Japan

*Tsai-Wei Chen[1]、Donald M Fisher[1]、Andrew J Smye[1]、Yoshitaka Hashimoto[2] (1.Penn State Univ.、2.Kochi Univ.)

12:00 ~ 12:15

[SCG48-27] Frictional properties of opal gouge at low-temperature hydrothermal conditions and their implications for seismogenic faulting along subduction-zone megathrusts

*金川 久一[1]、中西 智哉[2]、桑名 盛人[3]、澤井 みち代[1]、廣瀬 丈洋[4] (1.千葉大学理学研究院、2.千葉大学大学院融合理工学府、3.千葉大学理学部、4.海洋研究開発機構高知コア研究所)

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

13:45 ~ 15:15 | コンベンションホールA 2F

[S-CG48] Science of slow earthquakes: Toward unified understandings of whole earthquake process

コンビーナ:井出 哲(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、廣瀬 仁(神戸大学都市安全研究センター)、氏家 恒太郎(筑波大学生命環境系)、波多野 恭弘(東京大学地震研究所)、座長:波多野 恭弘、鈴木 岳人

13:45 ~ 14:00

[SCG48-28] **Rate and State Dependent Friction Law and Static Friction Force**

*松川 宏[1] (1.青山学院大学)

14:00 ~ 14:30

[SCG48-29] **Stable sliding, slow and silent slip events and laboratory earthquakes across the brittle ductile transition**

★Invited Papers

*Alexandre Schubnel[1]、Aubry Jérôme[1]、François Passelègue[2] (1.Laboratoire de Géologie, ENS, PARIS, France、2.EPFL, Switzerland)

14:30 ~ 14:45

[SCG48-30] Dramatic velocity weakening of dry quartz friction at relatively slow slip velocities

*堤 昭人[1]、飯田 大貴[2]、 尾上 裕子[1] (1.京都大学大学院理学研究科、2.地熱エンジニアリング（株）)

14:45 ~ 15:00

[SCG48-31] ゲルの摩擦実験における微動とゆっくりすべりを伴う破壊核形成過程

*山口 哲生[1] (1.九州大学)

15:00 ~ 15:15

[SCG48-32] 多孔質媒質中の乱流におけるk-εモデルの解軌道

*鈴木 岳人[1] (1.青山学院大学理工学部物理・数理学科)

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

15:30 ~ 17:00 | コンベンションホールA 2F

[S-CG48] Science of slow earthquakes: Toward unified understandings of whole earthquake process

コンビーナ:井出 哲(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、廣瀬 仁(神戸大学都市安全研究センター)、氏家 恒太郎(筑波大学生命環境系)、波多野 恭弘(東京大学地震研究所)、座長:麻生 尚文、波多野 恭弘

15:30 ~ 16:00

[SCG48-33] **Modelling precursory seismicity in the laboratory using a roughness derived rate and state friction model**

★Invited Papers

*Paul A Selvadurai[1]、Percy Galvez[2]、Stefan Wiemer[1]、P. Martin Mai[2] (1.Swiss Seismological service, ETH Zurich, Switzerland、2.King Abdullah University of Science and Technology, Thuwal, Saudi Arabia)

16:00 ~ 16:15

[SCG48-34] Exponential dependence on perturbation stress of earthquake nucleation

*齋藤 拓也[1]、波多野 恭弘[1] (1.東京大学)

16:15 ~ 16:30

[SCG48-35] Stochastic modeling of slow earthquakes comparable to observations

*麻生 尚文[1]、安藤 亮輔[2]、井出 哲[2] (1.東京工業大学、2.東京大学)

16:30 ~ 16:45

[SCG48-36] Migration of aqueous fluid near the subducting plate interface

*森重 学[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

16:45 ~ 17:00

[SCG48-37] EnKF estimation of frictional properties and slip evolution on a LSSE fault and the changing slip deficit rate on a megathrust fault

*平原 和朗[1,2] (1.香川大学四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構、2.理化学研究所　AIPセンター)

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

9:00 ~ 10:30 | A02 東京ベイ幕張ホール

[S-CG50] Intraslab and intraplate earthquakes

コンビーナ:北 佐枝子(建築研究所)、大内 智博(愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)、Marcel Thielmann(Bavarian Geoinstitute, University of Bayreuth)、奥脇 亮(産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門)、座長:北 佐枝子(建築研究所)、大内 智博(愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)、Marcel Thielmann(University of Bayreuth)、奥脇 亮(筑波大学)、Thomas Ferrand(UC San Diego)

9:00 ~ 9:15

[SCG50-01] On a reversely-dipping low-velocity layer in the Tohoku-slab beneath the forearc: unbending induced fluid pathway?

★招待講演
発表キャンセル

*川勝 均[1]、Kim HyeJeong[1] (1.東京大学地震研究所)

9:15 ~ 9:30

[SCG50-02] Evidence for transient fluid pathways in the mantle of the subducting Nazca slab from seismological observations and modeling of the Poisson's ratio

★Invited Papers

*Wasja Bloch[1,2]、Timm John[2]、Jörn Kummerow[2]、Bernd Schurr[1]、Pablo Salazar[3,4]、Serge A. Shapiro[2] (1.GeoForschungszentrum GFZ, Potsdam, Germany、2.Freie Universität Berlin, Germany、3.Universidád Católica del Norte, Antofagasta, Chile、4.National Research Center for Integrated Natural Disasters Management (CIGIDEN), Santiago, Chile)

9:30 ~ 9:45

[SCG50-03] Numerical simulation of water transportation along subducting slabs and implications for intraslab earthquakes

★Invited Papers

*中尾 篤史[1]、岩森 光[1,2,3]、中久喜 伴益[4]、鈴木 雄治郎[1]、中川 貴司[5]、中村 仁美[2,3,6,7] (1.東京大学地震研究所、2.海洋研究開発機構地球内部物質循環研究分野、3.東京工業大学理学院、4.広島大学大学院理学研究科、5.Department of Earth Sciences, The University of Hong Kong、6.産業技術総合研究所地質調査総合センター、7.千葉工業大学次世代海洋資源研究センター)

9:45 ~ 10:00

[SCG50-04] Subduction of serpentinized fracture zone and intraslab earthquakes in southern Mexico

★Invited Papers

*Marina Manea[1,2] (1.Computational Geodynamics Laboratory, Geosciences Center, National Autonomous University of Mexico、2.Institute of Astronomy, Romanian Academy)

10:00 ~ 10:15

[SCG50-05] Reaction-induced embrittlement of the lower continental crust

*Alexandre Schubnel[1]、Sarah Incel[2]、Julien Gasc[1]、Nadège Hilairet[5]、Yanbin Wang[3]、Feng Shi[3]、Loic Labrousse[4] (1.Laboratoire de Géologie, ENS、2.University of Oslo、3.GCECARS, University of Chicago、4.ISTEP, Sorbonne Université、5.UMET, Université de Lille)

10:15 ~ 10:30

[SCG50-06] **Transformation-induced, melt-enhanced faulting in orthoenstatite: implications for global intermediate-depth earthquakes**

Feng Shi[1]、Jianguo Wen[2]、Tony Yu[1]、Lupei Zhu[3]、*Yanbin Wang[1] (1.Center for Advanced Radiation Sources, University of Chicago, Chicago, IL, USA、2.Center for Nanoscale Materials, Argonne National Laboratory, Argonne, IL, USA、3.Department of Earth & Atmospheric Sciences, Saint Louis University, St. Louis, MO, USA)

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

10:45 ~ 12:15 | A02 東京ベイ幕張ホール

[S-CG50] Intraslab and intraplate earthquakes

コンビーナ:北 佐枝子(建築研究所)、大内 智博(愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)、Marcel Thielmann(Bavarian Geoinstitute, University of Bayreuth)、奥脇 亮(産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門)、座長:北 佐枝子(建築研究所)、大内 智博(愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)、Marcel Thielmann(University of Bayreuth)、奥脇 亮(筑波大学)、Thomas Ferrand(UC San Diego)

10:45 ~ 11:00

[SCG50-07] The Isolated M7.9 Deep Earthquake of 30 May 2015 Under the Present Bonin Wadati-Benioff Zone: Evidence from the New ISC-EHB Earthquake Catalogue (1930-2015) and CMT Focal Mechanisms

*Kirby Stephen[1]、Engdahl E.[2]、Okal Emile[3] (1.United States Geological Survey, Menlo Park、2.University of Colorado、3.Northwestern University)

11:00 ~ 11:15

[SCG50-08] What Can M_W –4 Lab-Quakes Teach Us About Deep-Focus Earthquakes?

★Invited Papers

*Julien Gasc[1]、Julien Fauconnier[1]、Clémence Daigre[1]、Arefeh Moarefvand[1]、Damien Deldicque[1]、Blandine Gardonio[1]、Alexandre Schubnel[1]、Pamela Burnley[2] (1.Laboratoire de Géologie, ENS-CNRS, Paris, FRANCE、2.University of Nevada Las Vegas, Las Vegas, USA)

11:15 ~ 11:30

[SCG50-09] Deep intraslab earthquake rupture due to grain size assisted thermal runaway

*Marcel Thielmann[1]、Thibault Duretz[2] (1.Bavarian Geoinstitute, University of Bayreuth, Germany、2.Université de Rennes, Rennes, France)

11:30 ~ 11:45

[SCG50-10] 2012年宮城沖プレート内ダブレット地震の震源断層モデルから検討した日本海溝近傍における海洋プレート内レオロジー

*久保田 達矢[1]、日野 亮太[2]、鈴木 秀市[2] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所、2.東北大学大学院理学研究科)

11:45 ~ 12:00

[SCG50-11] Source-rupture process of the intraplate earthquake; its diversity related to the fault geometry and damaged fault zone

*奥脇 亮[1]、八木 勇治[1] (1.筑波大学大学院生命環境科学研究科)

12:00 ~ 12:15

[SCG50-12] **Aftershocks of the NEXT Cascadia Intraslab Earthquake**

*Paul Bodin[1,2] (1.University of Washington Seattle、2.Pacific Northwest Seismic Network)

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_14

[S-CG50] Intraslab and intraplate earthquakes

コンビーナ:北 佐枝子(建築研究所)、大内 智博(愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)、Marcel Thielmann(Bavarian Geoinstitute, University of Bayreuth)、奥脇 亮(産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門)

[SCG50-P01] 紀伊半島下フィリピン海スラブ内におけるスロースリップ発生前後の地震活動度、応力場、およびb値の変化

*北 佐枝子[1]、Heidi Houston[2]、田中 佐千子[3]、浅野 陽一[3]、澁谷 拓郎[4]、須田 直樹[5] (1.建築研究所、2.南カリフォルニア大学、3.防災科学技術研究所、4.京都大学防災研究所、5.広島大学)

[SCG50-P02] **Inhomogeneous conduit across slab controlled by intraslab stress heterogeneity in the Nankai subduction zone**

*大坪 誠[1]、宮川 歩夢[2]、片山 郁夫[3]、岡崎 啓史[4] (1.産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門、2.産業技術総合研究所　地質情報研究部門、3.広島大学大学院理学研究科、4.海洋研究開発機構　高知コア研究所)

[SCG50-P03] New insights into the mechanism of deep-focus earthquakes

*土山 絢子[1]、中島 淳一[1] (1.東京工業大学)

[SCG50-P04] Faulting in deforming harzburgite under wet conditions

*大内 智博[1]、雷 興林[2]、肥後 祐司[3]、丹下 慶範[3]、境 毅[1] (1.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、2.産業技術総合研究所、3.高輝度光科学研究センター)

[SCG50-P05] Semi-brittle behavior of olivine single crystals under the conditions of Earth's mantle transition zone

鳴瀬 善久[1]、*大内 智博[1] (1.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)

[SCG50-P06] High-pressure deformation experiments on peridotite gouges under hydrothermal conditions, using a deformation-DIA apparatus

*仙場 真紀[1]、平内 健一[1]、大内 智博[2]、道林 克禎[3] (1.静岡大学理学部地球科学科、2.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、3.名古屋大学大学院環境学研究科地球環境科学専攻地質・地球生物学講座岩石鉱物学研究室)

[SCG50-P07] Stable fault slip in antigorite-olivine aggregates at high pressures

池原 舞[1]、*久保 友明[1]、岩里 拓弥[2]、肥後 祐司[3]、今村 公裕[1]、丹下 慶範[3] (1.九州大学、2.新日本非破壊検査(株)、3.JASRI)

[SCG50-P08] Rheology and frictional instability of lawsonite in high pressure deformation experiments

*白石 令[1]、武藤 潤[1]、角田 明博[2]、澤 燦道[1]、鈴木 昭夫[1] (1.東北大学理学研究科地学専攻、2.東京大学地震研究所)

[SCG50-P09] Grain Size Dependency of Olivine-Spinel Phase Transformational Mechanism Responsible for Deep-focus Earthquakes

*澤 燦道[1]、武藤 潤[1]、宮島 延吉[2]、長濱 裕幸[1] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻地圏進化学講座、2.バイロイト大学バイエルン地球科学研究所)

[SCG50-P10] **Seismicity and mineral destabilizations in the subducting mantle up to 6 GPa, 200 km depth**

*Thomas P. Ferrand[1] (1.Earthquake Research Institute)

[SCG50-P11] Receiver function imaging of subducting Pacific plate and mantle wedge under Japanese islands using denser network of stations

*Kim HyeJeong[1]、Kawakatsu Hitoshi[1]、Akuhara Takeshi[1]、Shinohara Masanao[1] (1.Earthquake Research Institute, The University of Tokyo)

[SCG50-P12] Strong S-wave attenuation in the mantle wedge beneath the NE Japan and interpretations of high-frequency wave propagation path of intraslab earthquakes

*椎名 高裕[1,2]、勝俣 啓[2]、蓬田 清[3]、加藤 愛太郎[1] (1.東京大学地震研究所、2.北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター、3.北海道大学大学院理学研究院)

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_26

[S-CG50] Intraslab and intraplate earthquakes

コンビーナ:北 佐枝子(建築研究所)、大内 智博(愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)、Marcel Thielmann(Bavarian Geoinstitute, University of Bayreuth)、奥脇 亮(産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門)

[SCG50-P01] 紀伊半島下フィリピン海スラブ内におけるスロースリップ発生前後の地震活動度、応力場、およびb値の変化

*北 佐枝子[1]、Heidi Houston[2]、田中 佐千子[3]、浅野 陽一[3]、澁谷 拓郎[4]、須田 直樹[5] (1.建築研究所、2.南カリフォルニア大学、3.防災科学技術研究所、4.京都大学防災研究所、5.広島大学)

[SCG50-P02] **Inhomogeneous conduit across slab controlled by intraslab stress heterogeneity in the Nankai subduction zone**

*大坪 誠[1]、宮川 歩夢[2]、片山 郁夫[3]、岡崎 啓史[4] (1.産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門、2.産業技術総合研究所　地質情報研究部門、3.広島大学大学院理学研究科、4.海洋研究開発機構　高知コア研究所)

[SCG50-P03] New insights into the mechanism of deep-focus earthquakes

*土山 絢子[1]、中島 淳一[1] (1.東京工業大学)

[SCG50-P04] Faulting in deforming harzburgite under wet conditions

*大内 智博[1]、雷 興林[2]、肥後 祐司[3]、丹下 慶範[3]、境 毅[1] (1.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、2.産業技術総合研究所、3.高輝度光科学研究センター)

[SCG50-P05] Semi-brittle behavior of olivine single crystals under the conditions of Earth's mantle transition zone

鳴瀬 善久[1]、*大内 智博[1] (1.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)

[SCG50-P06] High-pressure deformation experiments on peridotite gouges under hydrothermal conditions, using a deformation-DIA apparatus

*仙場 真紀[1]、平内 健一[1]、大内 智博[2]、道林 克禎[3] (1.静岡大学理学部地球科学科、2.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、3.名古屋大学大学院環境学研究科地球環境科学専攻地質・地球生物学講座岩石鉱物学研究室)

[SCG50-P07] Stable fault slip in antigorite-olivine aggregates at high pressures

池原 舞[1]、*久保 友明[1]、岩里 拓弥[2]、肥後 祐司[3]、今村 公裕[1]、丹下 慶範[3] (1.九州大学、2.新日本非破壊検査(株)、3.JASRI)

[SCG50-P08] Rheology and frictional instability of lawsonite in high pressure deformation experiments

*白石 令[1]、武藤 潤[1]、角田 明博[2]、澤 燦道[1]、鈴木 昭夫[1] (1.東北大学理学研究科地学専攻、2.東京大学地震研究所)

[SCG50-P09] Grain Size Dependency of Olivine-Spinel Phase Transformational Mechanism Responsible for Deep-focus Earthquakes

*澤 燦道[1]、武藤 潤[1]、宮島 延吉[2]、長濱 裕幸[1] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻地圏進化学講座、2.バイロイト大学バイエルン地球科学研究所)

[SCG50-P10] **Seismicity and mineral destabilizations in the subducting mantle up to 6 GPa, 200 km depth**

*Thomas P. Ferrand[1] (1.Earthquake Research Institute)

[SCG50-P11] Receiver function imaging of subducting Pacific plate and mantle wedge under Japanese islands using denser network of stations

*Kim HyeJeong[1]、Kawakatsu Hitoshi[1]、Akuhara Takeshi[1]、Shinohara Masanao[1] (1.Earthquake Research Institute, The University of Tokyo)

[SCG50-P12] Strong S-wave attenuation in the mantle wedge beneath the NE Japan and interpretations of high-frequency wave propagation path of intraslab earthquakes

*椎名 高裕[1,2]、勝俣 啓[2]、蓬田 清[3]、加藤 愛太郎[1] (1.東京大学地震研究所、2.北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター、3.北海道大学大学院理学研究院)

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_6

[S-CG51] Role of volatiles on Earth and planetary dynamics

コンビーナ:石井 貴之(バイロイト大学バイエルン地球科学研究所)、大谷 栄治(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、中村 美千彦(東北大学大学院理学研究科地学専攻地球惑星物質科学講座)、Mysen Bjorn(Geophysical Laboratory, Carnegie Inst. Washington)

[SCG51-P01] Permeability prediction of porous media with the finite difference Stokes solver LaMEM

*Philipp Eichheimer[1]、Wakana Fujita[2]、Marcel Thielmann[1]、Anton Popov[3]、Gregor Golabek[1]、Boris Kaus[3]、Maximilian Kottwitz[3] (1.Bayerisches Geoinstitut, University of Bayreuth、2.Department of Earth Science, Tohoku University, Sendai、3.Institute of Geosciences, Johannes Gutenberg University Mainz)

[SCG51-P02] Grain growth-induced fluid localization and permeability reduction

*藤田 和果奈[1]、中村 美千彦[1]、上杉 健太郎[2] (1.東北大学大学院理学研究科、2.公益財団法人　高輝度光科学研究センター)

[SCG51-P03] Pargasite stability in the upper mantle at H_2O-undersaturated conditions

*Marija Putak Juricek[1]、Hans Keppler[1] (1.BGI)

[SCG51-P04] **Constraining the water content at the top of the mantle transition zone with the elasticity of wadsleyite and olivine**

*Zhongqing Wu[1] (1.University of Science and Technology of China)

[SCG51-P05] ***Single crystal elasticity of Fe-bearing phase E by Brillouin spectroscopy***

*Niccolo Satta[1]、Hauke Marquardt [2]、Alexander Kurnosov[1]、Tiziana Boffa Ballaran [1]、Johannes Buchen[3]、Catherine McCammon[1]、Takaaki Kawazoe[4] (1.Bayerisches Geoinstitut, University of Bayreuth, 95440 Bayreuth, Germany、2.Department of Earth Sciences, University of Oxford, South Parks Road, Oxford, UK.、3.Seismological Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, CA 91125, USA.、4.Department of Earth and Planetary Systems Science, Hiroshima University, Hiroshima 739-8526, Japan.)

[SCG51-P06] Discovery of two hexagonal phases in (Fe,Al)OOH under the P-T conditions of the deep lower mantle

*Lu Liu[1,2]、Li Zhang[1]、Hongsheng Yuan[1] (1.Center for High Pressure Science and Technology Advanced Research、2.University of Science and Technology of China)

[SCG51-P07] **Effect of grid resolution on tectonic regimes in global-scale convection models**

*Enrico Marzotto[1]、Marcel Thielmann[1]、Gregor Golabek[1] (1.Bayerisches Geoinstitut)

[SCG51-P08] A 3-D crust and uppermost mantle electrical conductivity model of subduction zone beneath NE Japan

*市來 雅啓[1,2]、海田 俊輝[1]、小川 康雄[3] (1.東北大学大学院理学研究科、2.東北大学災害科学国際研究所、3.東京工業大学理学研究院)

[SCG51-P09] *The conditions of sublithospheric diamond formation constrained from ferric iron-rich exsolution from ferropericlase inclusions.*

*Caterina Melai[1]、Daniel Frost[1]、Tiziana Boffa Ballaran[1]、Catherine McCammon[1] (1.Bayerisches Geoinstitute)

[SCG51-P10] **Probing the variation of the oxygen fugacity in diamond anvil cells using the Fe-Ir alloy as redox sensor**

*Serena Dominijanni[1]、Catherine McCammon[1]、Leonid Dubrovinsky[1]、Dan Frost[1]、Nobuyoshi Miyajima[1] (1.Bayerisches Geoinstitut)

[SCG51-P11] Goethite behavior at Earth's lower mantle conditions

*Egor Gennadievich Koemets[1]、Maxim Bykov[1]、George Aprilis[2]、Timofey Fedotenko[2]、Stella Chariton[1]、Saiana Khandarkhaeva[1]、Iuliia Koemets[1]、Marcel Thielmann[1]、Natalia Dubrovinsaia[2]、Leonid Dubrovinsky[1] (1.BGI (Bayerisches Geoinstitut), Universität Bayreuth, Germany、2.Material Physics and Technology at Extreme Conditions, Laboratory of Crystallography, Universität Bayreuth, Germany)

[SCG51-P12] The oxygen content of sulphides in the mantle and a geothermometer for diamond formation

*Sumith Abeykoon[1]、Dan Frost[1]、Vera Laurenz[1] (1.Bayerisches Geoinstitut, University of Bayreuth)

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_27

[S-CG51] Role of volatiles on Earth and planetary dynamics

コンビーナ:石井 貴之(バイロイト大学バイエルン地球科学研究所)、大谷 栄治(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、中村 美千彦(東北大学大学院理学研究科地学専攻地球惑星物質科学講座)、Mysen Bjorn(Geophysical Laboratory, Carnegie Inst. Washington)

[SCG51-P01] Permeability prediction of porous media with the finite difference Stokes solver LaMEM

*Philipp Eichheimer[1]、Wakana Fujita[2]、Marcel Thielmann[1]、Anton Popov[3]、Gregor Golabek[1]、Boris Kaus[3]、Maximilian Kottwitz[3] (1.Bayerisches Geoinstitut, University of Bayreuth、2.Department of Earth Science, Tohoku University, Sendai、3.Institute of Geosciences, Johannes Gutenberg University Mainz)

[SCG51-P02] Grain growth-induced fluid localization and permeability reduction

*藤田 和果奈[1]、中村 美千彦[1]、上杉 健太郎[2] (1.東北大学大学院理学研究科、2.公益財団法人　高輝度光科学研究センター)

[SCG51-P03] Pargasite stability in the upper mantle at H_2O-undersaturated conditions

*Marija Putak Juricek[1]、Hans Keppler[1] (1.BGI)

[SCG51-P04] **Constraining the water content at the top of the mantle transition zone with the elasticity of wadsleyite and olivine**

*Zhongqing Wu[1] (1.University of Science and Technology of China)

[SCG51-P05] ***Single crystal elasticity of Fe-bearing phase E by Brillouin spectroscopy***

*Niccolo Satta[1]、Hauke Marquardt [2]、Alexander Kurnosov[1]、Tiziana Boffa Ballaran [1]、Johannes Buchen[3]、Catherine McCammon[1]、Takaaki Kawazoe[4] (1.Bayerisches Geoinstitut, University of Bayreuth, 95440 Bayreuth, Germany、2.Department of Earth Sciences, University of Oxford, South Parks Road, Oxford, UK.、3.Seismological Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, CA 91125, USA.、4.Department of Earth and Planetary Systems Science, Hiroshima University, Hiroshima 739-8526, Japan.)

[SCG51-P06] Discovery of two hexagonal phases in (Fe,Al)OOH under the P-T conditions of the deep lower mantle

*Lu Liu[1,2]、Li Zhang[1]、Hongsheng Yuan[1] (1.Center for High Pressure Science and Technology Advanced Research、2.University of Science and Technology of China)

[SCG51-P07] **Effect of grid resolution on tectonic regimes in global-scale convection models**

*Enrico Marzotto[1]、Marcel Thielmann[1]、Gregor Golabek[1] (1.Bayerisches Geoinstitut)

[SCG51-P08] A 3-D crust and uppermost mantle electrical conductivity model of subduction zone beneath NE Japan

*市來 雅啓[1,2]、海田 俊輝[1]、小川 康雄[3] (1.東北大学大学院理学研究科、2.東北大学災害科学国際研究所、3.東京工業大学理学研究院)

[SCG51-P09] *The conditions of sublithospheric diamond formation constrained from ferric iron-rich exsolution from ferropericlase inclusions.*

*Caterina Melai[1]、Daniel Frost[1]、Tiziana Boffa Ballaran[1]、Catherine McCammon[1] (1.Bayerisches Geoinstitute)

[SCG51-P10] **Probing the variation of the oxygen fugacity in diamond anvil cells using the Fe-Ir alloy as redox sensor**

*Serena Dominijanni[1]、Catherine McCammon[1]、Leonid Dubrovinsky[1]、Dan Frost[1]、Nobuyoshi Miyajima[1] (1.Bayerisches Geoinstitut)

[SCG51-P11] Goethite behavior at Earth's lower mantle conditions

*Egor Gennadievich Koemets[1]、Maxim Bykov[1]、George Aprilis[2]、Timofey Fedotenko[2]、Stella Chariton[1]、Saiana Khandarkhaeva[1]、Iuliia Koemets[1]、Marcel Thielmann[1]、Natalia Dubrovinsaia[2]、Leonid Dubrovinsky[1] (1.BGI (Bayerisches Geoinstitut), Universität Bayreuth, Germany、2.Material Physics and Technology at Extreme Conditions, Laboratory of Crystallography, Universität Bayreuth, Germany)

[SCG51-P12] The oxygen content of sulphides in the mantle and a geothermometer for diamond formation

*Sumith Abeykoon[1]、Dan Frost[1]、Vera Laurenz[1] (1.Bayerisches Geoinstitut, University of Bayreuth)

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

13:45 ~ 15:15 | A11 東京ベイ幕張ホール

[S-CG51] Role of volatiles on Earth and planetary dynamics

コンビーナ:石井 貴之(バイロイト大学バイエルン地球科学研究所)、大谷 栄治(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、中村 美千彦(東北大学大学院理学研究科地学専攻地球惑星物質科学講座)、Mysen Bjorn(Geophysical Laboratory, Carnegie Inst. Washington)、座長:中村 美千彦、大谷 栄治(東北大学)

13:45 ~ 14:00

[SCG51-01] Constraining the degassing rate of the mantle since 3 Ga using the deficit of xenon-129 in the ancient atmosphere

★Invited Papers

*Bernard Marty[1]、David Bekaert[1]、Michael Broadley[1] (1.Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques/ CNRS - Universite de Lorraine France)

14:00 ~ 14:15

[SCG51-02] **Investigating volatile cycles in the terrestrial mantle by incorporating He and Ar isotopes into geodynamical models of mantle convection**

★Invited Papers

*Rosie Ellen Jones[1]、Peter van Keken[2]、Jonathan M Tucker[2]、Chris J Ballentine[1] (1.Department of Earth Sciences, University of Oxford, Oxford, UK、2.Department of Terrestrial Magnetism, Carnegie Institution of Washington, Washington, USA)

14:15 ~ 14:30

[SCG51-03] Fluid circulation in the forearc mantle wedge inferred from the dihedral angle in an olivine-H_2O-NaCl system

*Yongsheng HUANG[1]、Takayuki Nakatani[1]、Michihiko Nakamura[1]、Catherine McCammon[2] (1.Graduate School of Science, Tohoku University、2.Byerisches Geoinstitut, University of Bayreuth)

14:30 ~ 14:45

[SCG51-04] The oxygen fugacity of serpentinites: implications for subduction zone redox evolution

*Lisa Eberhard[1]、Dan Frost[1]、Catherine McCammon[1] (1.BGI)

14:45 ~ 15:00

[SCG51-05] Experimental study of the effect of composition on water solubility in natural silicate melts

*山下 茂[1] (1.岡山大学惑星物質研究所)

15:00 ~ 15:15

[SCG51-06] Deep mantle volatile cycle and plate tectonics: Impact to the climate evolution

*中川 貴司[1]、門屋 辰太郎[2]、田近 英一[3] (1.香港大学、2.ワシントン大学、3.東京大学)

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

15:30 ~ 17:00 | A11 東京ベイ幕張ホール

[S-CG51] Role of volatiles on Earth and planetary dynamics

コンビーナ:石井 貴之(バイロイト大学バイエルン地球科学研究所)、大谷 栄治(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、中村 美千彦(東北大学大学院理学研究科地学専攻地球惑星物質科学講座)、Mysen Bjorn(Geophysical Laboratory, Carnegie Inst. Washington)、座長:石井 貴之(バイロイト大学バイエルン地球科学研究所)、Bjorn Mysen(Carnegie Institution of Washington)

15:30 ~ 15:45

[SCG51-07] The nature of water induced small degree melts in the deep mantle

★Invited Papers

*Daniel James Frost[1]、Pierre Condamine[3]、 Davide Novella[2]、Rong Huang[1] (1.University of Bayreuth、2.University of Cambridge、3.Université de Lorraine)

15:45 ~ 16:00

[SCG51-08] **Phase separation of hydrous Vesuvius melt: vesicle nucleation or spinodal decomposition?**

★Invited Papers

*Anja Allabar[1]、Marcus Nowak[1] (1.University of Tuebingen)

16:00 ~ 16:15

[SCG51-09] Role of water on dynamics in the lower mantle and core-mantle boundary regions

*Eiji Ohtani[1]、Takayuki Ishii[2]、Liang Yuan[1]、Daijo Ikuta[1]、Tomoo Katsura[2]、Dan Frost[2] (1.Department of Earth and Planetary Materials Science, Graduate School of Science, Tohoku University、2.Bavarian Research Institute, University of Bayreuth)

16:15 ~ 16:30

[SCG51-10] Stability of Fe-bearing hydrous phases and element partitioning in the system MgO-Al_2O_3-Fe_2O_3-SiO_2-H_2O in Earth's lowermost mantle

*Hongsheng Yuan[1]、Li Zhang[1]、Eiji Ohtani[2]、Yue Meng[3]、Eran Greenberg[4]、Vitali B. Prakapenka [4] (1.Center for High Pressure Science and Technology Advanced Research、2.Department of Earth Science, Graduate School of Science, Tohoku University、3.HPCAT, X-Ray Science Division, Argonne National Laboratory、4.Center for Advanced Radiation Sources, University of Chicago)

16:30 ~ 16:45

[SCG51-11] **Laboratory Micro-Seismicity during Serpentinite Deformation as a Potential Analogue for Lower Wadati-Benioff Plane Seismicity**

*Julien Gasc[1,3]、Nadège Hilairet[2]、Tony Yu[3]、Yanbin Wang[3]、Thomas P. Ferrand[1]、Alexandre Schubnel[1] (1.Laboratoire de Géologie, CNRS - ENS, Paris, FRANCE、2.Unité Matériaux et Transformations, CNRS - Lille University, Villeneuve d'Ascq, FRANCE、3.GeoSoilEnviro-CARS, University of Chicago, Argonne IL, USA)

16:45 ~ 17:00

[SCG51-12] Water transport and mixing in the whole-mantle scale convection

*金子 岳郎[1]、中久喜 伴益[1]、亀山 真典[2]、岩森 光[3] (1.広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻、2.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、3.東京大学地震研究所)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

10:45 ~ 12:15 | A08 東京ベイ幕張ホール

[S-CG52] 岩石・鉱物・資源

コンビーナ:野崎 達生(海洋研究開発機構海底資源研究開発センター)、齊藤 哲(愛媛大学大学院理工学研究科)、門馬 綱一(独立行政法人国立科学博物館)、土谷 信高(岩手大学教育学部地学教室)、座長:野崎 達生(海洋研究開発機構)、齊藤 哲

10:45 ~ 11:00

[SCG52-01] Coordinated sample preparation with cryo-FIB-SEM and X-ray CT: Applications to chemical analysis for fluid inclusions in minerals

*兒玉 優[1]、富岡 尚敬[2]、川本 竜彦[3]、黒田 潤一郎[4]、村山 雅史[5]、伊藤 元雄[2] (1.株式会社マリン・ワーク・ジャパン、2.海洋研究開発機構 高知コア研究所、3.静岡大学 理学部 地球科学科、4.東京大学大気海洋研究所、5.高知大学農林海洋科学部)

11:00 ~ 11:15

[SCG52-02] 粘土鉱物微粒子の全自動粒子画像解析とナノトラッキング解析を用いた精密粒子評価に関する可能性検討

*笹倉 大督[1]、早内 愛子[1]、木村 匠[2] (1.スペクトリス株式会社　マルバーンパナリティカル事業部、2.琉球大学　農学部)

11:15 ~ 11:30

[SCG52-03] 天然産(Na,REE,Ca)(Ti, Nb)O_3ペロブスカイト型結晶の構造精密化とXAFS法による微量元素の局所構造

*北原 銀河[1]、吉朝 朗[1]、徳田 誠[1]、杉山 和正[2] (1.熊本大学、2.東北大学)

11:30 ~ 11:45

[SCG52-04] 新燃岳2011年噴火噴出物における石基輝石結晶の晶相に対する結晶サイズ分布

*奥村 翔太[1]、無盡 真弓[2]、土山 明[1]、下林 典正[1]、三宅 亮[1] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地質学鉱物学教室、2.東北大学大学院理学研究科地学専攻地球惑星物質科学講座)

11:45 ~ 12:00

[SCG52-05] 北上山地から見いだされた「ラテライト質」変成岩の化学組成とジルコンU-Pb年代について

*土谷 信高[1]、熊谷 大和[1]、足立 達朗[2]、中野 伸彦[2]、小山内 康人[2] (1.岩手大学教育学部地学教室、2.九州大学比較社会文化研究院)

12:00 ~ 12:15

[SCG52-06] 領家花崗岩類における同時性岩脈のできかた

*中島 隆[1]、神山 裕幸[2]、Williams Ian[3] (1.産総研地質調査総合センター、2.上山試錐工業（株）、3.Australian National University)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_15

[S-CG52] 岩石・鉱物・資源

コンビーナ:野崎 達生(海洋研究開発機構海底資源研究開発センター)、齊藤 哲(愛媛大学大学院理工学研究科)、門馬 綱一(独立行政法人国立科学博物館)、土谷 信高(岩手大学教育学部地学教室)

[SCG52-P01] 顕微分光を組み合わせた赤色花崗岩のキャラクタリゼーション

*岡田 克也[1]、中嶋 悟[1] (1.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻)

[SCG52-P02] Crystal chemistry of synthetic mukhinite, V-analogue of clinozoisite, on the join $Ca_2Al_3Si_3O_{12}(OH)$-$Ca_2Al_2VSi_3O_{12}(OH)$

*永嶌 真理子[1]、濱根 大輔[2]、中野 伸彦[3]、川嵜 智佑[4] (1.山口大学大学院創成科学研究科、2.東京大学物性研究所、3.九州大学大学院比較社会文化研究院環境変動部門、4.愛媛大学理学部)

[SCG52-P03] 高温加熱ホルダーを用いた桜島火山ガラスからの鉱物晶出その場観察

*三宅 亮[1]、奥村 翔太[1] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地質学鉱物学教室)

[SCG52-P04] 北部九州西部，能古島に分布する花崗閃緑斑岩の貫入時期とSr同位体比組成

*柚原 雅樹[1]、川野 良信[2]、岡野 修[3] (1.福岡大学理学部地球圏科学科、2.立正大学地球環境科学部環境システム学科、3.岡山大学理学部地球科学科)

[SCG52-P05] Petrological study of crystallization process of a composite dike in the Ryoke belt (Mie Prefecture, SW Japan)

*山崎 あゆ[1]、河上 哲生[1]、東野 文子[2] (1.京都大学理学研究科地球惑星科学専攻　地質学鉱物学教室地球物質科学講座岩石学グループ、2.東北大学大学院環境科学研究科)

[SCG52-P06] 愛媛県高縄半島に分布する領家花崗岩類の岩石記載とジルコンU-Pb年代

*下岡 和也[1]、齊藤 哲[1]、谷 健一郎[2] (1.愛媛大学理工学研究科、2.国立科学博物館地学研究部)

[SCG52-P07] マラウイ南部の基盤岩類にみられる原生代火山弧火成作用と高度変成作用

*角替 敏昭[1]、Uthup Sam[1]、Nyirongo Mzee Wandembo[2]、Rahman Md. Sazzadur[1]、高村 悠介[1]、髙橋 一輝[1] (1.筑波大学、2.マラウイ科学技術大学)

[SCG52-P08] Geochemical features of Quaternary rhyolitic magma and xenolith from Hime-shima volcanic group

*平山 剛大[1]、柴田 知之[1]、芳川 雅子[1]、早坂 康隆[1]、竹村 恵二[2] (1.広島大学理学研究科地球惑星システム学専攻、2.京都大学)

[SCG52-P09] 愛媛県中島にみられる瀬戸内火山岩岩脈貫入境界部の岩石学的検討

*大森 泰希[1]、齊藤 哲[2] (1.愛媛大学理学部地球科学科、2.愛媛大学理工学研究科)

[SCG52-P10] **Fundamental evaluation for making simulated sea bed floc**

*早内 愛子[1]、笹倉 大督[1]、安田 尚登[2]、中村 真也[3]、木村 匠[3]、野田 翔兵[4] (1.スペクトリス株式会社　マルバーン・パナリティカル事業部、2.高知大学、3.琉球大学、4.東京理科大学)

[SCG52-P11] Petrology of the Morobe Granodiorite in the Kuper Range, Morobe Province, Papua New Guinea

Bokuik Angela[1]、*星出 隆志[1] (1.秋田大学国際資源学部)

[SCG52-P12] Sr–Nd isotopic compositions of the San-yo Belt, Southwest Japan: Implications for the Cretaceous enriched mantle

*児玉 省吾[1]、大和田 正明[1]、今岡 照喜[1]、亀井 淳志[2] (1.山口大学、2.島根大学)

[SCG52-P13] 神居古潭帯の蛇紋岩岩体縁辺部における塊状蛇紋岩類の岩相・鉱物・化学組成の特徴：幌加内トンネル掘削時に採取された水平連続コア試料の解析

*山崎 秀策[1]、岡崎 健治[1]、倉橋 稔幸[1] (1.国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_28

[S-CG52] 岩石・鉱物・資源

コンビーナ:野崎 達生(海洋研究開発機構海底資源研究開発センター)、齊藤 哲(愛媛大学大学院理工学研究科)、門馬 綱一(独立行政法人国立科学博物館)、土谷 信高(岩手大学教育学部地学教室)

[SCG52-P01] 顕微分光を組み合わせた赤色花崗岩のキャラクタリゼーション

*岡田 克也[1]、中嶋 悟[1] (1.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻)

[SCG52-P02] Crystal chemistry of synthetic mukhinite, V-analogue of clinozoisite, on the join $Ca_2Al_3Si_3O_{12}(OH)$-$Ca_2Al_2VSi_3O_{12}(OH)$

*永嶌 真理子[1]、濱根 大輔[2]、中野 伸彦[3]、川嵜 智佑[4] (1.山口大学大学院創成科学研究科、2.東京大学物性研究所、3.九州大学大学院比較社会文化研究院環境変動部門、4.愛媛大学理学部)

[SCG52-P03] 高温加熱ホルダーを用いた桜島火山ガラスからの鉱物晶出その場観察

*三宅 亮[1]、奥村 翔太[1] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地質学鉱物学教室)

[SCG52-P04] 北部九州西部，能古島に分布する花崗閃緑斑岩の貫入時期とSr同位体比組成

*柚原 雅樹[1]、川野 良信[2]、岡野 修[3] (1.福岡大学理学部地球圏科学科、2.立正大学地球環境科学部環境システム学科、3.岡山大学理学部地球科学科)

[SCG52-P05] Petrological study of crystallization process of a composite dike in the Ryoke belt (Mie Prefecture, SW Japan)

*山崎 あゆ[1]、河上 哲生[1]、東野 文子[2] (1.京都大学理学研究科地球惑星科学専攻　地質学鉱物学教室地球物質科学講座岩石学グループ、2.東北大学大学院環境科学研究科)

[SCG52-P06] 愛媛県高縄半島に分布する領家花崗岩類の岩石記載とジルコンU-Pb年代

*下岡 和也[1]、齊藤 哲[1]、谷 健一郎[2] (1.愛媛大学理工学研究科、2.国立科学博物館地学研究部)

[SCG52-P07] マラウイ南部の基盤岩類にみられる原生代火山弧火成作用と高度変成作用

*角替 敏昭[1]、Uthup Sam[1]、Nyirongo Mzee Wandembo[2]、Rahman Md. Sazzadur[1]、高村 悠介[1]、髙橋 一輝[1] (1.筑波大学、2.マラウイ科学技術大学)

[SCG52-P08] Geochemical features of Quaternary rhyolitic magma and xenolith from Hime-shima volcanic group

*平山 剛大[1]、柴田 知之[1]、芳川 雅子[1]、早坂 康隆[1]、竹村 恵二[2] (1.広島大学理学研究科地球惑星システム学専攻、2.京都大学)

[SCG52-P09] 愛媛県中島にみられる瀬戸内火山岩岩脈貫入境界部の岩石学的検討

*大森 泰希[1]、齊藤 哲[2] (1.愛媛大学理学部地球科学科、2.愛媛大学理工学研究科)

[SCG52-P10] **Fundamental evaluation for making simulated sea bed floc**

*早内 愛子[1]、笹倉 大督[1]、安田 尚登[2]、中村 真也[3]、木村 匠[3]、野田 翔兵[4] (1.スペクトリス株式会社　マルバーン・パナリティカル事業部、2.高知大学、3.琉球大学、4.東京理科大学)

[SCG52-P11] Petrology of the Morobe Granodiorite in the Kuper Range, Morobe Province, Papua New Guinea

Bokuik Angela[1]、*星出 隆志[1] (1.秋田大学国際資源学部)

[SCG52-P12] Sr–Nd isotopic compositions of the San-yo Belt, Southwest Japan: Implications for the Cretaceous enriched mantle

*児玉 省吾[1]、大和田 正明[1]、今岡 照喜[1]、亀井 淳志[2] (1.山口大学、2.島根大学)

[SCG52-P13] 神居古潭帯の蛇紋岩岩体縁辺部における塊状蛇紋岩類の岩相・鉱物・化学組成の特徴：幌加内トンネル掘削時に採取された水平連続コア試料の解析

*山崎 秀策[1]、岡崎 健治[1]、倉橋 稔幸[1] (1.国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

10:45 ~ 12:15 | A05 東京ベイ幕張ホール

[S-CG53] 活断層による環境形成・維持

コンビーナ:小泉 尚嗣(滋賀県立大学環境科学部)、山野 誠(東京大学地震研究所)、笠谷 貴史(海洋研究開発機構)、濱元 栄起(埼玉県環境科学国際センター)、座長:小泉 尚嗣、後藤 忠徳(京都大学大学院工学研究科)

10:45 ~ 11:00

[SCG53-01] **滋賀県安曇川の水質に及ぼす花折断層・琵琶湖西岸断層の影響**

*小泉 尚嗣[1]、植田 雅大[1]、箕手 慎介[1]、田中 達也[1]、丸尾 雅啓[1]、三谷 寛人[2] (1.滋賀県立大学環境科学部、2.大黒天物産株式会社)

11:00 ~ 11:15

[SCG53-02] びわ湖深底部におけるベント活動

★招待講演

*熊谷 道夫[1] (1.立命館大学)

11:15 ~ 11:30

[SCG53-03] 海域の断層近傍における熱流量異常に基づく流体流動の推定

*山野 誠[1]、後藤 秀作[2]、川田 佳史[3]、濱元 栄起[4] (1.東京大学地震研究所、2.産業技術総合研究所、3.東北大学災害科学国際研究所、4.埼玉県環境科学国際センター)

11:30 ~ 11:45

[SCG53-04] 地球物理学的調査に基づいて、活断層の透水性は定量化できるのか？

*後藤 忠徳[1]、川口 草太[1] (1.京都大学大学院工学研究科)

11:45 ~ 12:00

[SCG53-05] 1995年兵庫県南部地震後の野島断層帯の回復過程

*村上 英記[1]、大志万 直人[2]、吉村 令慧[2]、三浦 勉[2]、加茂 正人[2] (1.高知大教育研究部自然科学系、2.京都大学防災研究所)

12:00 ~ 12:15

[SCG53-06] 活断層による環境形成・維持に関する総合討論

*小泉 尚嗣[1] (1.滋賀県立大学環境科学部)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_16

[S-CG53] 活断層による環境形成・維持

コンビーナ:小泉 尚嗣(滋賀県立大学環境科学部)、山野 誠(東京大学地震研究所)、笠谷 貴史(海洋研究開発機構)、濱元 栄起(埼玉県環境科学国際センター)

[SCG53-P01] 琵琶湖湖底における熱流量測定

*濱元 栄起[1]、山野 誠[2] (1.埼玉県環境科学国際センター、2.東京大学地震研究所)

[SCG53-P02] 布田川断層西原村地域の浅部地下比抵抗構造とその信頼度

*後藤 忠徳[1]、小路 久稔[1]、川口 草太[1]、山口 覚[2]、山中 裕斗[2]、古川 大悟[2]、相澤 広記[3] (1.京都大学大学院工学研究科、2.大阪市立大学大学院理学研究科、3.九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター)

[SCG53-P03] 2016年に発生した福島沖地震震源域における海底地形と堆積構造

*笠谷 貴史[1]、富士原 敏也[1]、金松 敏也[1]、藤倉 克則[1] (1.海洋研究開発機構)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_29

[S-CG53] 活断層による環境形成・維持

コンビーナ:小泉 尚嗣(滋賀県立大学環境科学部)、山野 誠(東京大学地震研究所)、笠谷 貴史(海洋研究開発機構)、濱元 栄起(埼玉県環境科学国際センター)

[SCG53-P01] 琵琶湖湖底における熱流量測定

*濱元 栄起[1]、山野 誠[2] (1.埼玉県環境科学国際センター、2.東京大学地震研究所)

[SCG53-P02] 布田川断層西原村地域の浅部地下比抵抗構造とその信頼度

*後藤 忠徳[1]、小路 久稔[1]、川口 草太[1]、山口 覚[2]、山中 裕斗[2]、古川 大悟[2]、相澤 広記[3] (1.京都大学大学院工学研究科、2.大阪市立大学大学院理学研究科、3.九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター)

[SCG53-P03] 2016年に発生した福島沖地震震源域における海底地形と堆積構造

*笠谷 貴史[1]、富士原 敏也[1]、金松 敏也[1]、藤倉 克則[1] (1.海洋研究開発機構)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

9:00 ~ 10:30 | A11 東京ベイ幕張ホール

[S-CG55] 地殻流体と地殻変動

コンビーナ:北川 有一(産業技術総合研究所地質調査総合センター地震地下水研究グループ)、小泉 尚嗣(滋賀県立大学環境科学部)、梅田 浩司(弘前大学大学院理工学研究科)、角森 史昭(東京大学大学院理学系研究科地殻化学実験施設)、座長:北川 有一(産業技術総合研究所地質調査総合センター地震地下水研究グループ)、角森 史昭(東京大学大学院理学系研究科地殻化学実験施設)

9:00 ~ 9:15

[SCG55-01] 北勢観測点の地下水圧を用いた短期的SSEの断層モデルの推定

*北川 有一[1]、松本 則夫[1] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター地震地下水研究グループ)

9:15 ~ 9:35

[SCG55-02] 2018年北海道胆振東部地震における地下水位の変化

★招待講演

*柴田 智郎[1]、高橋 良[2]、高橋 浩晃[3]、鹿児島 渉悟[4]、佐野 有司[4]、Pinti Daniele[5] (1.京都大学大学院理学研究科、2.北海道立総合研究機構　地質研究所、3.北海道大学大学院理学研究科、4.東京大学大気海洋研究所、5.GEOTOP, Université du Québec)

9:35 ~ 9:50

[SCG55-03] 2016年熊本地震後の河川流量変化

*小泉 尚嗣[1]、箕手 慎介[1]、田中 達也[1] (1.滋賀県立大学環境科学部)

9:50 ~ 10:05

[SCG55-04] ガンマ線スペクトル計測による土壌ラジウム濃度測定システムの開発

*角森 史昭[1]、永井 滋一[2]、吉井 淳治[3]、木村 吉秀[4]、鎌倉 快之[5]、井上 雄紀[5]、佐藤 典仁[6]、櫻木 史郎[7]、志水 隆一[8]、V Gluchschenko[9] (1.東京大学大学院理学系研究科地殻化学実験施設、2.三重大学、3.福島県立医科大学、4.大阪大学、5.大阪工業大学、6.千代田テクノル、7.ユニオンマテリアル、8.大阪大学産連本部、9.カザフスタン核物理研究所)

10:05 ~ 10:25

[SCG55-05] 八代海海底活断層分布地域のラドン濃度分布

★招待講演

*川端 訓代[1]、角森 史昭[2]、北村 有迅[1]、白鳳丸 KH18-3次研究航海乗船者一同 (1.鹿児島大学理工学研究科、2.東京大学大学院理学系研究科地殻化学実験施設)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_17

[S-CG55] 地殻流体と地殻変動

コンビーナ:北川 有一(産業技術総合研究所地質調査総合センター地震地下水研究グループ)、小泉 尚嗣(滋賀県立大学環境科学部)、梅田 浩司(弘前大学大学院理工学研究科)、角森 史昭(東京大学大学院理学系研究科地殻化学実験施設)

[SCG55-P01] 神奈川県大井観測井における地震に伴う地下水位の応答に対するスラグテストモデルの応用

*Li Yang[1]、鵜川 元雄[1]、板寺 一洋[2]、原田 昌武[2] (1.日本大学、2.神奈川県温泉地学研究所)

[SCG55-P02] 2018年6月18日大阪府北部の地震（M6.1)にともなう宝塚観測点の地下水位・歪データの変化

*松本 則夫[1]、木口 努[1] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター)

[SCG55-P03] 草薙観測点の地震にともなう地下水位変化

*松本 則夫[1] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター地震地下水研究グループ)

[SCG55-P04] 震源断層周辺における地震前後のヘリウム同位体比の変化

*梅田 浩司[1] (1.弘前大学大学院理工学研究科)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_30

[S-CG55] 地殻流体と地殻変動

コンビーナ:北川 有一(産業技術総合研究所地質調査総合センター地震地下水研究グループ)、小泉 尚嗣(滋賀県立大学環境科学部)、梅田 浩司(弘前大学大学院理工学研究科)、角森 史昭(東京大学大学院理学系研究科地殻化学実験施設)

[SCG55-P01] 神奈川県大井観測井における地震に伴う地下水位の応答に対するスラグテストモデルの応用

*Li Yang[1]、鵜川 元雄[1]、板寺 一洋[2]、原田 昌武[2] (1.日本大学、2.神奈川県温泉地学研究所)

[SCG55-P02] 2018年6月18日大阪府北部の地震（M6.1)にともなう宝塚観測点の地下水位・歪データの変化

*松本 則夫[1]、木口 努[1] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター)

[SCG55-P03] 草薙観測点の地震にともなう地下水位変化

*松本 則夫[1] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター地震地下水研究グループ)

[SCG55-P04] 震源断層周辺における地震前後のヘリウム同位体比の変化

*梅田 浩司[1] (1.弘前大学大学院理工学研究科)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_7

[S-CG58] 脆性延性境界と超臨界地殻流体：島弧地殻エネルギー

コンビーナ:土屋 範芳(東北大学大学院環境科学研究科環境科学専攻)、浅沼 宏(産業技術総合研究所・再生可能エネルギー研究センター)、小川 康雄(東京工業大学理学院火山流体研究センター)、長縄 成実(国立大学法人秋田大学)

[SCG58-P01] Mechanical and hydrological properties of granite under supercritical fluid conditions

*北村 真奈美[1]、高橋 美紀[1] (1.産業技術総合研究所)

[SCG58-P02] Three-dimensional electrical resistivity structure of kuju Volcano, Central Kyushu, Japan revealed by Magnetotelluric survey data

*Sabry Abdallah[1]、Mitsuru Utsugi [1]、Koki Aizawa[2]、Makoto Uyeshima[3]、Wataru Kanda[4]、Takao Koyama[3] (1.Institute of geothermal science, Faculty of Science, Kyoto University、2.Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Sciences, Kyushu University、3.Earthquake Research Institute, The University of Tokyo、4.Volcanic Fluid Research Center, School of Science, Tokyo Institute of Technology)

[SCG58-P03] 熱発光探査法を用いた栗駒北部地域(赤湯又）における地熱探査(予報)

*岡野 広樹[1]、平野 伸夫[1]、土屋 範芳[1] (1.東北大学環境科学研究科)

[SCG58-P04] 多成分溶液の光散乱現象を用いた臨界点決定方法の実験的研究

*平野 伸夫[1]、大島 悠太[1]、岡本 敦[1]、土屋 範芳[1] (1.東北大学大学院環境科学研究科)

[SCG58-P05] Transport and Reaction Behavior of Supercritical Geofluid Revealed by Porphyry Copper Deposit

*Geri Agroli[1]、Noriyoshi Tsuchiya[1] (1.Tohoku University)

[SCG58-P06] Characteristics of precipitation of amorphous silica and its influences on permeability of fractured granite in superhot geothermal environments

*阿部 光[1]、渡邉 則昭[1]、中村 謙吾[1]、岡本 敦[1]、駒井 武[1] (1.東北大学大学大学院環境科学研究科)

[SCG58-P07] **Evolution and The Total Budget of Fluid in Granitic Magma through Magmatism and Volcanism in The Subduction Zone, NE Japan**

*Fajar Febiani Amanda[1]、Ryoichi Yamada[2]、Satoshi Okumura[2]、Masaoki Uno[1]、Noriyoshi Tsuchiya[1] (1.Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University、2.Graduate School of Science, Tohoku University)

[SCG58-P08] **Porosity generation during feldspar replacement as the mark of potassium-rich supercritical fluids on the top of granitic intrusion**

*Astin Nurdiana[1]、Atsushi Okamoto[1]、Masaoki Uno[1]、Kenta Yoshida[2]、Noriyoshi Tsuchiya[1] (1.Tohoku University、2.Japan Agency for Marine-earth Science and Technology)

[SCG58-P09] Quantitative evaluation of fracture distribution in granite and the relationship between fracture distribution and physical properties

*角野 愛美[1]、上原 真一[2]、高橋 美紀[3]、北村 真奈美[3] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科環境システム学専攻、2.東邦大学理学部生命圏環境科学科、3.国立研究開発法人産業技術総合研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_31

[S-CG58] 脆性延性境界と超臨界地殻流体：島弧地殻エネルギー

コンビーナ:土屋 範芳(東北大学大学院環境科学研究科環境科学専攻)、浅沼 宏(産業技術総合研究所・再生可能エネルギー研究センター)、小川 康雄(東京工業大学理学院火山流体研究センター)、長縄 成実(国立大学法人秋田大学)

[SCG58-P01] Mechanical and hydrological properties of granite under supercritical fluid conditions

*北村 真奈美[1]、高橋 美紀[1] (1.産業技術総合研究所)

[SCG58-P02] Three-dimensional electrical resistivity structure of kuju Volcano, Central Kyushu, Japan revealed by Magnetotelluric survey data

*Sabry Abdallah[1]、Mitsuru Utsugi [1]、Koki Aizawa[2]、Makoto Uyeshima[3]、Wataru Kanda[4]、Takao Koyama[3] (1.Institute of geothermal science, Faculty of Science, Kyoto University、2.Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Sciences, Kyushu University、3.Earthquake Research Institute, The University of Tokyo、4.Volcanic Fluid Research Center, School of Science, Tokyo Institute of Technology)

[SCG58-P03] 熱発光探査法を用いた栗駒北部地域(赤湯又）における地熱探査(予報)

*岡野 広樹[1]、平野 伸夫[1]、土屋 範芳[1] (1.東北大学環境科学研究科)

[SCG58-P04] 多成分溶液の光散乱現象を用いた臨界点決定方法の実験的研究

*平野 伸夫[1]、大島 悠太[1]、岡本 敦[1]、土屋 範芳[1] (1.東北大学大学院環境科学研究科)

[SCG58-P05] Transport and Reaction Behavior of Supercritical Geofluid Revealed by Porphyry Copper Deposit

*Geri Agroli[1]、Noriyoshi Tsuchiya[1] (1.Tohoku University)

[SCG58-P06] Characteristics of precipitation of amorphous silica and its influences on permeability of fractured granite in superhot geothermal environments

*阿部 光[1]、渡邉 則昭[1]、中村 謙吾[1]、岡本 敦[1]、駒井 武[1] (1.東北大学大学大学院環境科学研究科)

[SCG58-P07] **Evolution and The Total Budget of Fluid in Granitic Magma through Magmatism and Volcanism in The Subduction Zone, NE Japan**

*Fajar Febiani Amanda[1]、Ryoichi Yamada[2]、Satoshi Okumura[2]、Masaoki Uno[1]、Noriyoshi Tsuchiya[1] (1.Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University、2.Graduate School of Science, Tohoku University)

[SCG58-P08] **Porosity generation during feldspar replacement as the mark of potassium-rich supercritical fluids on the top of granitic intrusion**

*Astin Nurdiana[1]、Atsushi Okamoto[1]、Masaoki Uno[1]、Kenta Yoshida[2]、Noriyoshi Tsuchiya[1] (1.Tohoku University、2.Japan Agency for Marine-earth Science and Technology)

[SCG58-P09] Quantitative evaluation of fracture distribution in granite and the relationship between fracture distribution and physical properties

*角野 愛美[1]、上原 真一[2]、高橋 美紀[3]、北村 真奈美[3] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科環境システム学専攻、2.東邦大学理学部生命圏環境科学科、3.国立研究開発法人産業技術総合研究所)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

13:45 ~ 15:15 | A09 東京ベイ幕張ホール

[S-CG58] 脆性延性境界と超臨界地殻流体：島弧地殻エネルギー

コンビーナ:土屋 範芳(東北大学大学院環境科学研究科環境科学専攻)、浅沼 宏(産業技術総合研究所・再生可能エネルギー研究センター)、小川 康雄(東京工業大学理学院火山流体研究センター)、長縄 成実(国立大学法人秋田大学)、座長:土屋 範芳、岡本 敦

13:45 ~ 13:55

[SCG58-01] 沈み込み帯における物質とエネルギー輸送としての超臨界地熱資源

*土屋 範芳[1] (1.東北大学大学院環境科学研究科環境科学専攻)

13:55 ~ 14:05

[SCG58-02] NEDO超臨界地熱プロジェクトの概要

*浅沼 宏[1] (1.産業技術総合研究所・再生可能エネルギー研究センター)

14:05 ~ 14:30

[SCG58-03] 静水圧下での温度降下に伴う水と塩水からの鉱物の沈殿と溶解

★招待講演

*星野 健一[1] (1.広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻)

14:30 ~ 14:45

[SCG58-04] 超臨界岩石—水相互作用のための溶存種の熱力学データ：溶解実験と密度を用いた外挿

*岡本 敦[1]、石井 肇[1]、大柳 良介[2]、土屋 範芳[1] (1.東北大学大学院環境科学研究科、2.海洋研究開発機構)

14:45 ~ 15:00

[SCG58-05] 有馬－高槻断層帯に沿って分布する高塩分温泉水に含まれるアンモニウムイオンの窒素同位体比

*網田 和宏[1]、中村 高志[2]、大沢 信二[3] (1.秋田大学大学院理工学研究科システムデザイン工学専攻土木環境工学コース、2.山梨大学大学院・国際流域環境研究センター、3.京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設（別府）)

15:00 ~ 15:15

[SCG58-06] **岩石–水反応帯から見積もる地殻内の流体圧勾配と浸透率**

*宇野 正起[1]、Diana Mindaleva[1]、土屋 範芳[1] (1.東北大学大学院環境科学研究科)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

15:30 ~ 17:00 | A09 東京ベイ幕張ホール

[S-CG58] 脆性延性境界と超臨界地殻流体：島弧地殻エネルギー

コンビーナ:土屋 範芳(東北大学大学院環境科学研究科環境科学専攻)、浅沼 宏(産業技術総合研究所・再生可能エネルギー研究センター)、小川 康雄(東京工業大学理学院火山流体研究センター)、長縄 成実(国立大学法人秋田大学)、座長:土屋 範芳

15:30 ~ 15:45

[SCG58-07] 表面波トモグラフィ解析による火山地域の3次元S波速構造の推定

*二宮 啓[1]、池田 達紀[1]、辻 健[1] (1.九州大学)

15:45 ~ 16:00

[SCG58-08] ニューラルネットワークを用いた葛根田地熱地域の比抵抗構造を基にした温度及び浸透率分布の推定

*宇郷 翼[1]、石塚 師也[2]、茂木 透[3] (1.北海道大学工学部環境社会工学科、2.京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻、3.北海道大学大学院工学研究院環境循環システム部門)

16:00 ~ 16:15

[SCG58-09] Preliminary report on geothermal structure revealed by geological and MT surveys around Akayumatasawa river in Sanzugawa caldera, NE Japan

*布原 啓史[1]、Kuo Hsuan Tseng[2]、岡野 広樹[1]、小川 康夫[2]、土屋 範芳[1] (1.東北大学大学院環境科学研究科、2.東京工業大学理学院)

16:15 ~ 16:30

[SCG58-10] 弾性波計測に基づく超臨界地熱環境における水圧破砕現象の特性評価

*三浦 崇宏[1]、渡邉 則昭[1]、坂口 清敏[1]、後藤 遼太、山根 宏太、駒井 武[1]、陳 友晴[2]、石橋 琢也[3]、土屋 範芳[1] (1.東北大学環境科学研究科、2.京都大学エネルギー科学研究科、3.国立研究開発法人　産業技術総合研究所　福島再生可能エネルギー研究所)

16:30 ~ 16:45

[SCG58-11] サーマルクラックを含む花崗岩の輸送間隙径の測定と浸透率との関係性

*末吉 和公[1]、横山 正[2]、片山 郁夫[1] (1.広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻、2.広島大学大学院総合科学研究科)

16:45 ~ 17:00

[SCG58-12] Geothermal reservoir evaluation by using TL of Quartz and Fluid Flow Simulation Model of the Kakkonda system in Japan

*Alvaro Josue Amaya[1]、Nobuo Hirano[1]、Noriyoshi Tsuchiya[1] (1.Tohoku University. Graduate School of Environmental Studies)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_8

[S-CG59] 地震動・地殻変動・津波データの即時把握・即時解析・即時予測

コンビーナ:小木曽 仁(気象庁気象研究所)、近貞 直孝(防災科学技術研究所)、川元 智司(国土交通省国土地理院)、干場 充之(気象研究所)

[SCG59-P01] 揺れの数値予報：Green関数を用いた震度予測の検討

*干場 充之[1] (1.気象研究所)

[SCG59-P02] 「揺れの数値予報」への前方散乱モデルの導入

*小木曽 仁[1] (1.気象庁気象研究所)

[SCG59-P03] 海底水圧変動データを使ったマグニチュード推定の試み

*中村 武史[1]、荒木 英一郎[2]、高橋 成実[1]、鈴木 健介[2]、山本 俊六[3]、是永 将宏[3]、野田 俊太[3] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構、3.公益財団法人鉄道総合技術研究所)

[SCG59-P04] 最短経路法を用いた波線追跡法適用による津波伝播の計算

*関口 渉次[1] (1.防災科学技術研究所)

[SCG59-P05] 津波のグリーン関数Kajiura Filterの級数表現の導出

*亀 伸樹[1]、日下部 哲也[1]、綿田 辰吾[1] (1.東京大学地震研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_32

[S-CG59] 地震動・地殻変動・津波データの即時把握・即時解析・即時予測

コンビーナ:小木曽 仁(気象庁気象研究所)、近貞 直孝(防災科学技術研究所)、川元 智司(国土交通省国土地理院)、干場 充之(気象研究所)

[SCG59-P01] 揺れの数値予報：Green関数を用いた震度予測の検討

*干場 充之[1] (1.気象研究所)

[SCG59-P02] 「揺れの数値予報」への前方散乱モデルの導入

*小木曽 仁[1] (1.気象庁気象研究所)

[SCG59-P03] 海底水圧変動データを使ったマグニチュード推定の試み

*中村 武史[1]、荒木 英一郎[2]、高橋 成実[1]、鈴木 健介[2]、山本 俊六[3]、是永 将宏[3]、野田 俊太[3] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構、3.公益財団法人鉄道総合技術研究所)

[SCG59-P04] 最短経路法を用いた波線追跡法適用による津波伝播の計算

*関口 渉次[1] (1.防災科学技術研究所)

[SCG59-P05] 津波のグリーン関数Kajiura Filterの級数表現の導出

*亀 伸樹[1]、日下部 哲也[1]、綿田 辰吾[1] (1.東京大学地震研究所)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

13:45 ~ 15:15 | A08 東京ベイ幕張ホール

[S-CG59] 地震動・地殻変動・津波データの即時把握・即時解析・即時予測

コンビーナ:小木曽 仁(気象庁気象研究所)、近貞 直孝(防災科学技術研究所)、川元 智司(国土交通省国土地理院)、干場 充之(気象研究所)、座長:干場 充之(気象研究所)、川元 智司(国土地理院)

13:45 ~ 14:00

[SCG59-01] Earthquake early warning in the United States and beyond

★Invited Papers

*Richard M Allen[1] (1.University of California Berkeley)

14:00 ~ 14:15

[SCG59-02] 地震計設置地点環境と早期地震諸元推定結果の関係に関する検討

*丹羽 健友[1]、岩田 直泰[1]、山本 俊六[1] (1.公益財団法人　鉄道総合技術研究所)

14:15 ~ 14:30

[SCG59-03] データ同化に基づく地中地震記録を用いた地表地震動の予測（２）

*石原 正也[1]、中原 恒[1] (1.東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻固体地球物理学講座)

14:30 ~ 14:45

[SCG59-04] 長周期地震動の即時予測システムの開発及び実証実験

★招待講演

*青井 真[1]、木村 武志[1]、功刀 卓[1]、鈴木 亘[1]、Dhakal Yadab Prasad[1]、古謝 植之[2] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所、2.気象庁地震火山部)

14:45 ~ 15:00

[SCG59-05] 南海トラフ地震における長周期地震動の即時予測: Green関数を併用したデータ同化手法の有効性

*大峡 充己[1]、古村 孝志[1]、前田 拓人[2] (1.東京大学地震研究所、2.弘前大学大学院理工学研究科)

15:00 ~ 15:15

[SCG59-06] **リアルタイム震度と観測波形を送受信する緊急地震速報システムの開発**

*堀内 茂木[1]、佐藤 優子[1]、卜部 卓[2]、ニザムドン ヤリママット[3]、佐々木 和男[3] (1.株式会社ホームサイスモメータ、2.テレメトラ、3.株式会社チャレンジ)

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

15:30 ~ 17:00 | A08 東京ベイ幕張ホール

[S-CG59] 地震動・地殻変動・津波データの即時把握・即時解析・即時予測

コンビーナ:小木曽 仁(気象庁気象研究所)、近貞 直孝(防災科学技術研究所)、川元 智司(国土交通省国土地理院)、干場 充之(気象研究所)、座長:近貞 直孝(防災科学技術研究所)、小木曽 仁(気象研究所)

15:30 ~ 15:45

[SCG59-07] 自治体震度計ネットワークによるリアルタイム震度評価の高度化 −鳥取県の事例−

*香川 敬生[1] (1.鳥取大学大学院工学研究科)

15:45 ~ 16:00

[SCG59-08] **地震防災のためのリアルタイム震度の'ライブ映像'および'最大震度分布図'の作成 -表層地盤増幅率を活用した面的震度表示-**

*神定 健二[1]、高橋 功[1]、篠原 芳紀[1]、Ibrahim Rami[2] (1.（株）高見沢サイバネティックス、2.東京大学地震研究所)

16:00 ~ 16:15

[SCG59-09] 実運用に向けた電子基準点リアルタイム解析システムREGARDの改良

*大橋 和幸[1]、阿部 聡[1]、撹上 泰亮[1]、川元 智司[1]、宗包 浩志[1] (1.国土交通省国土地理院)

16:15 ~ 16:30

[SCG59-10] MCMCによる震源断層モデル推定の不確実性リアルタイム評価手法の開発

*大野 圭太郎[1]、太田 雄策[1] (1.東北大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)

16:30 ~ 16:45

[SCG59-11] 漂流フロートによる津波起因水中圧力変化観測

*大林 政行[1]、綿田 辰吾[2]、杉岡 裕子[3] (1.独立行政法人海洋研究開発機構 地球深部ダイナミクス研究分野、2.東京大学地震研究所、3.神戸大学理学研究科惑星学専攻)

16:45 ~ 17:00

[SCG59-12] 海洋への隕石落下による津波の即時予測手法の開発

*近貞 直孝[1]、馬場 俊孝[2]、布施 哲治[3] (1.防災科研、2.徳島大学、3.情報通信研究機構)

[J] 口頭発表 | セッション記号 B (地球生命科学)：B-PT 古生物学・古生態学

13:45 ~ 15:15 | 201A 2F

[B-PT05] 地球生命史

コンビーナ:本山 功(山形大学理学部地球環境学科)、生形 貴男(京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻)、守屋 和佳(早稲田大学 教育・総合科学学術院 地球科学専修)、座長:本山 功、生形 貴男、守屋 和佳

13:45 ~ 14:00

[BPT05-01] 地球生命進化の加速の原因；大量絶滅によって形成される四層構造の地下生物圏が支配するゲノム進化の加速

*丸山 茂徳[1]、金井 昭夫[2]、鳴海 一成[3] (1.東京工業大学地球生命研究所、2.慶應大学、3.東洋大学)

14:00 ~ 14:15

[BPT05-02] 軟体動物における系統-殻微細構造-アミノ酸組成の対応関係
~アミノ酸の安定窒素同位体比を用いた古生態系復元に向けて~

*湯上 直貴[1]、後藤（桜井） 晶子[2]、ジェンキンズ ロバート[2] (1.金沢大学大学院自然科学研究科自然システム学専攻、2.金沢大学理工研究域自然システム学系)

14:15 ~ 14:30

[BPT05-03] 正常巻頭足類のロッキング運動への殻形状の影響

*生形 貴男[1] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻)

14:30 ~ 14:45

[BPT05-04] 中期始新世の温暖化イベントMECOにおける環境変動

舛井 博紀[1]、*守屋 和佳[1] (1.早稲田大学 教育・総合科学学術院 地球科学専修)

14:45 ~ 15:00

[BPT05-05] 放散虫化石群集に基づいた中期ー後期中新世の北太平洋亜熱帯循環の変遷史

*上栗 伸一[1]、本山 功[2]、澤田 大毅[3] (1.茨城大学教育学部、2.山形大学理学部、3.石油資源開発（株）)

15:00 ~ 15:15

[BPT05-06] 滋賀県野洲川から産した鮮新世樹幹化石の化石化過程：有機地球化学分析によるアプローチ

*中村 仁哉[1]、沢田 健[2]、池田 雅志[1]、中村 英人[3]、塚腰 実[4] (1.北海道大学理学院自然史科学専攻、2.北海道大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3.大阪市立大学大学院理学研究科、4.大阪市立自然史博物館)

[J] ポスター発表 | セッション記号 B (地球生命科学)：B-PT 古生物学・古生態学

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_18

[B-PT05] 地球生命史

コンビーナ:本山 功(山形大学理学部地球環境学科)、生形 貴男(京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻)、守屋 和佳(早稲田大学 教育・総合科学学術院 地球科学専修)

[BPT05-P01] キクメイシモドキの硬組織と軟組織の同時観察

*田尻 理恵[1]、徳田 悠希[2]、江崎 洋一[1] (1.大阪市立大学、2.鳥取環境大学)

[BPT05-P02] 沖縄本島南部に分布する港川層から産する中期更新世サンゴ化石を用いた古環境復元

*戸松 里帆[1]、Marc Humblet[1]、藤田 和彦[2] (1.名古屋大学環境学研究科、2.琉球大学理学部物質地球科学科)

[BPT05-P03] Calcareous nannofossil biostratigraphy and oxygen isotope stratigraphy of the lower part of the Pleistocene formation distributed in the central part of the Pacific side of Japan

*桑野 太輔[1]、久保田 好美[2]、万徳 佳菜子[2]、亀尾 浩司[3] (1.千葉大学融合理工学府地球環境科学専攻、2.国立科学博物館、3.千葉大学理学研究院地球科学研究部門)

[BPT05-P04] 北海道平取町トウナイ川流域の白亜系および中新統の地質と古生物

*本山 功[1]、内村 耕太郎[2]、西村 智弘[3]、竹谷 陽二郎 (1.山形大学理学部、2.国土防災技術株式会社、3.むかわ町穂別博物館)

[BPT05-P05] ジュラ紀前期の海洋無酸素事変に対するベントスの応答：豊浦層群西中山層より産出した生痕化石*Phycosiphon*の定量解析からの検討

*北畠 京祐[1,2]、泉 賢太郎[3]、大越 健嗣[1] (1.東邦大学理学部生命圏環境科学科、2.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース、3.千葉大学教育学部)

[J] ポスター発表 | セッション記号 B (地球生命科学)：B-PT 古生物学・古生態学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_33

[B-PT05] 地球生命史

コンビーナ:本山 功(山形大学理学部地球環境学科)、生形 貴男(京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻)、守屋 和佳(早稲田大学 教育・総合科学学術院 地球科学専修)

[BPT05-P01] キクメイシモドキの硬組織と軟組織の同時観察

*田尻 理恵[1]、徳田 悠希[2]、江崎 洋一[1] (1.大阪市立大学、2.鳥取環境大学)

[BPT05-P02] 沖縄本島南部に分布する港川層から産する中期更新世サンゴ化石を用いた古環境復元

*戸松 里帆[1]、Marc Humblet[1]、藤田 和彦[2] (1.名古屋大学環境学研究科、2.琉球大学理学部物質地球科学科)

[BPT05-P03] Calcareous nannofossil biostratigraphy and oxygen isotope stratigraphy of the lower part of the Pleistocene formation distributed in the central part of the Pacific side of Japan

*桑野 太輔[1]、久保田 好美[2]、万徳 佳菜子[2]、亀尾 浩司[3] (1.千葉大学融合理工学府地球環境科学専攻、2.国立科学博物館、3.千葉大学理学研究院地球科学研究部門)

[BPT05-P04] 北海道平取町トウナイ川流域の白亜系および中新統の地質と古生物

*本山 功[1]、内村 耕太郎[2]、西村 智弘[3]、竹谷 陽二郎 (1.山形大学理学部、2.国土防災技術株式会社、3.むかわ町穂別博物館)

[BPT05-P05] ジュラ紀前期の海洋無酸素事変に対するベントスの応答：豊浦層群西中山層より産出した生痕化石*Phycosiphon*の定量解析からの検討

*北畠 京祐[1,2]、泉 賢太郎[3]、大越 健嗣[1] (1.東邦大学理学部生命圏環境科学科、2.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース、3.千葉大学教育学部)

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_9

[M-IS03] アジア・モンスーンの進化と変動，新生代全球気候変化におけるモンスーンの位置づけ

コンビーナ:山本 正伸(北海道大学大学院地球環境科学研究院)、多田 隆治(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)

[MIS03-P01] Asian dust source variability since 10 Ma based on grain size specific mineral composition at IODP Site U1425 in the Japan Sea

*李 梅花[1]、Irino Tomohisa[1] (1.Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University)

[MIS03-P02] Sources and formation environment of biomass burning products in Pliocene and Pleistocene marine sediments in the Japan Sea

*芦 松[1]、山下 洋平[2]、入野 智久[2] (1.北海道大学大学院環境科学院、2.北海道大学地球環境科学研究院)

[MIS03-P03] Variation of mineral dust flux in peat at a high moor on the Mt. Daisetsu during Holocene

*入野 智久[1]、平井 啓介[1]、関 宰[1]、James Hooper[2]、Samuel Marx[2] (1.北海道大学、2.ウーロンゴン大学)

[MIS03-P04] 日本海北海道西沖 (IODP Site U1422) における藻類バイオマーカーに記録された過去25万年間の海洋表層環境の変動

*鈴木 朝子[1]、沢田 健[2]、風呂田 郷史[3]、五十嵐 八枝子[4]、入野 智久[5] (1.北海道大学理学院自然史科学専攻、2.北海道大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3.海洋研究開発機構、4.北方圏古環境研究室、5.北海道大学大学院地球環境科学研究院)

[MIS03-P05] **水月湖コアの長鎖脂肪酸水素安定同位体比にみられる十年規模変動**

*稲垣 征哉[1]、山本 正伸[1,2]、中川 毅[3] (1.北海道大学大学院環境科学院、2.北海道大学大学院地球環境科学研究院、3.立命館大学総合科学技術研究機構古気候学研究センター)

[MIS03-P06] **Amplitude modulation of sea surface temperature variability in the Bay of Bengal by 400-kyr eccentricity cycle**

*山本 正伸[1]、土屋 優子[1]、Steven Clemens[2] (1.北海道大学大学院地球環境科学研究院、2.ブラウン大学地球惑星環境科学科)

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_34

[M-IS03] アジア・モンスーンの進化と変動，新生代全球気候変化におけるモンスーンの位置づけ

コンビーナ:山本 正伸(北海道大学大学院地球環境科学研究院)、多田 隆治(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)

[MIS03-P01] Asian dust source variability since 10 Ma based on grain size specific mineral composition at IODP Site U1425 in the Japan Sea

*李 梅花[1]、Irino Tomohisa[1] (1.Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University)

[MIS03-P02] Sources and formation environment of biomass burning products in Pliocene and Pleistocene marine sediments in the Japan Sea

*芦 松[1]、山下 洋平[2]、入野 智久[2] (1.北海道大学大学院環境科学院、2.北海道大学地球環境科学研究院)

[MIS03-P03] Variation of mineral dust flux in peat at a high moor on the Mt. Daisetsu during Holocene

*入野 智久[1]、平井 啓介[1]、関 宰[1]、James Hooper[2]、Samuel Marx[2] (1.北海道大学、2.ウーロンゴン大学)

[MIS03-P04] 日本海北海道西沖 (IODP Site U1422) における藻類バイオマーカーに記録された過去25万年間の海洋表層環境の変動

*鈴木 朝子[1]、沢田 健[2]、風呂田 郷史[3]、五十嵐 八枝子[4]、入野 智久[5] (1.北海道大学理学院自然史科学専攻、2.北海道大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3.海洋研究開発機構、4.北方圏古環境研究室、5.北海道大学大学院地球環境科学研究院)

[MIS03-P05] **水月湖コアの長鎖脂肪酸水素安定同位体比にみられる十年規模変動**

*稲垣 征哉[1]、山本 正伸[1,2]、中川 毅[3] (1.北海道大学大学院環境科学院、2.北海道大学大学院地球環境科学研究院、3.立命館大学総合科学技術研究機構古気候学研究センター)

[MIS03-P06] **Amplitude modulation of sea surface temperature variability in the Bay of Bengal by 400-kyr eccentricity cycle**

*山本 正伸[1]、土屋 優子[1]、Steven Clemens[2] (1.北海道大学大学院地球環境科学研究院、2.ブラウン大学地球惑星環境科学科)

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

13:45 ~ 15:15 | 304 3F

[M-IS03] アジア・モンスーンの進化と変動，新生代全球気候変化におけるモンスーンの位置づけ

コンビーナ:山本 正伸(北海道大学大学院地球環境科学研究院)、多田 隆治(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、座長:山本 正伸(北海道大学)、入野 智久、久保田 好美(国立科学博物館)、多田 隆治(東京大学)

13:45 ~ 14:00

[MIS03-01] **Reconstruction of Indian summer monsoon variability during the last 1,460,000 years**

*山本 正伸[1]、クレメンス スティーブ[2] (1.北海道大学大学院地球環境科学研究院、2.ブラウン大学地球環境惑星科学科)

14:00 ~ 14:20

[MIS03-02] Pleistocene Seawater $\delta^{18}O$ reconstructions from the Indian and East Asian Monsoon Regions

★Invited Papers

*Steven C Clemens[1]、Masanobu Yamamoto[2] (1.Brown University、2.Hokkaido University)

14:20 ~ 14:40

[MIS03-03] The Monsoon Erosion Pump

★Invited Papers
Cancelled

*Liviu Giosan[1] (1.Woods Hole Oceanographic Institution)

14:40 ~ 15:00

[MIS03-04] East Asian winter monsoon intensity in the Pleistocene based on seasonal land snail shell stable isotope ratios

★Invited Papers

*David L Dettman[1,3]、Xin Wang[2]、Mi Wang[2]、Junhui Zhang[2] (1.University of Arizona, Geosciences Dept., Environmental Isotope Lab.、2.Lanzhou University, Key Laboratory of Western China's Environmental Systems, College of Earth and Environmental Sciences、3.Shimane University, Estuary Research Center)

15:00 ~ 15:15

[MIS03-05] Reconstruction of ventilation history of the Japan Sea based on physical properties data collected during IODP Exp. 346

*入野 智久[1]、Liviu Giosan[2]、多田 隆治[3]、池原 研[4] (1.北海道大学　大学院地球環境科学研究院、2.Woods Hole Oceanographic Institution、3.東京大学大学院　理学系研究科、4.産業技術総合研究所　地質情報部門)

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

15:30 ~ 17:00 | 304 3F

[M-IS03] アジア・モンスーンの進化と変動，新生代全球気候変化におけるモンスーンの位置づけ

コンビーナ:山本 正伸(北海道大学大学院地球環境科学研究院)、多田 隆治(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、座長:多田 隆治(東京大学)、久保田 好美(国立科学博物館)、山本 正伸(北海道大学)

15:30 ~ 15:45

[MIS03-06] The spatial-temporal patterns of Indian monsoonal variations during the past 80 kyr recorded in NGHP-02 Hole 19B, western Bay of Bengal: Implications from chemical and mineral properties

*太田 雄貴[1,2,3,4]、川幡 穂高[4]、黒田 潤一郎[4,3]、鈴木 淳[2]、荒岡 大輔[2]、山口 飛鳥[4]、阿部 彩子[4] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2.産業技術総合研究所、3.海洋開発研究機構、4.東京大学大気海洋研究所)

15:45 ~ 16:05

[MIS03-07] **400,000 years millennial scale temperature and rainfall in East Asia deduced from paired Mg/Ca and oxygen isotope of planktic foraminifera from the East China Sea**

★Invited Papers

*久保田 好美[1]、Steven Clemens[2]、Kyung-Eun Lee[3]、Ann Holbourn[4]、脇坂 恵都子[5]、堀川 恵司[5]、多田 隆治[6]、木元 克典[7] (1.国立科学博物館、2.ブラウン大学、3.韓国海洋大学、4.クリスチャンアルブレヒト大学、5.富山大学、6.東京大学、7.海洋研究開発機構)

16:05 ~ 16:20

[MIS03-08] 日本海堆積物に記録された東アジアモンスーン千年スケール変動の開始と時代変化：新しいデータによる新しい解釈

*多田 隆治[1]、入野 智久[2]、関 有沙[3]、村山 雅史[4]、三武 司[1]、池田 昌之[5] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2.北海道大学大学院地球環境科学研究院、3.信州大学理学部、4.高知大学農林海洋科学部海洋資源科学科、5.静岡大学)

16:20 ~ 16:40

[MIS03-09] Interhemispheric linkages of Australian and Asian monsoons on a warmer-than-modern Earth

★Invited Papers

*Ann E Holbourn[1]、Wolfgang Kuhnt[1]、Janika Joehnck[1]、Sebastian Beil[1]、Julia Luebbers[1]、Kenji Marc Raymond Matsuzaki[2]、Yair Rosenthal[3]、Denise Kulhanek[4]、IODP Expedition 363 Scientists (1.University of Kiel、2.University of Tokyo、3.Rutgers University、4.Texas A&M University)

16:40 ~ 17:00

[MIS03-10] **Miocene evolution of the Asian Monsoon from climate and productivity proxies in the Bay of Bengal and South China Sea**

★Invited Papers

*Wolfgang Kuhnt[1]、Julia Luebbers[1]、Ann Holbourn[1]、Karlos GD Kochhann[2]、Steven C Clemens[3]、Clara T Bolton[4]、Yoichi Usui[5] (1.University of Kiel、2.UNISINOS University、3.Brown University、4.Aix-Marseille Université、5.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_10

[M-IS04] Interdisciplinary studies on pre-earthquake processes

コンビーナ:服部 克巳(千葉大学大学院理学研究科)、劉 正彦(国立中央大学太空科学研究所)、Ouzounov Dimitar(Center of Excellence in Earth Systems Modeling & Observations (CEESMO) , Schmid College of Science & Technology Chapman University, Orange, California, USA)、Qinghua Huang(Peking University)

[MIS04-P01] 1983~2017の柿岡におけるULF磁場変動と地震との相関に関する長期統計解析と地震前兆性の評価

*高橋 恵[1]、服部 克巳[2]、韓 鵬[3] (1.Faculty of Science, Chiba University、2.Graduate School of Science, Chiba University、3.Southern University of Science and Technology, China)

[MIS04-P02] Swarm衛星を用いた地震に先行する磁場異常および電離圏異常に関する研究

*山﨑 編音[1]、服部 克巳[1]、宋 鋭[1] (1.千葉大学)

[MIS04-P03] Measurement of radon density in the atmosphere at Okayama, Kochi, Choshi and Kiyosumi, II

*岡林 徹[1]、蜷川 清隆[2]、山本 勲[3]、服部 克巳[4]、吉野 千恵[4]、小島 春奈[4]、前多 信博 (1.千葉科学大学危機管理学部医療危機管理学科、2.岡山理科大学理学部、3.岡山理科大学工学部、4.千葉大学理学部地球科学科)

[MIS04-P04] Possible anomalous changes in solar quiet-daily geomagnetic variation *Sq* related to the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake (Mw 9.0)

*Xiaocan Liu[1]、Katsumi Hattori[2,3]、Peng Han[4]、Huaran Chen[1] (1.Institute of geophysics China Earthquake Administrition、2.Graduate School of Science, Chiba University, Chiba, Japan、3. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, Chiba, Japan、4.Department of Earth and Space Sciences, Southern University of Science and Technology, ShenZhen, China)

[MIS04-P05] Co-seismic geomagnetic fluctuations and atmospheric disturbances during the 2018 M6.2 Hualien Earthquake

*Chun-Rong Chen[1]、JANN-YENQ Liu[1] (1.Graduate Institute of Space Science, National Central University)

[MIS04-P06] Multi-sensor monitoring network for earthquake precursor study near subduction zone at Boso, Japan

*服部 克巳[1]、吉野 千恵[1]、謝 蔚云[2]、齊藤 央[2]、小島 春奈[2]、宋 鋭[2]、韓 鵬[3]、茂木 透[4]、後藤 忠徳[5]、内匠 逸[6]、安川 博[7]、毛利 元昭[8]、井筒 潤[9]、高野 忠[10]、山中 千博[11]、鴨川 仁[12]、安藤 芳晃[13]、劉 正彦[14]、Ouzounov Dimitar[15]、Tramutoli Valery[16] (1.千葉大学大学院理学研究院、2.千葉大学大学院融合理工学府、3.中国南方科技大学、4.北海道大学、5.京都大学、6.名古屋工業大学、7.愛知県立大学、8.愛知大学、9.中部大学、10.日本大学、11.大阪大学、12.東京学芸大学、13.電気通信大学、14.台湾国立中央大学、15.Chapman University, US、16.University of Basilicagta, Italy)

[MIS04-P07] Transient Effects in Atmosphere and Ionosphere Associated with 2018 Mw 7.5 Sulawesi Indonesia Earthquake and Triggered Tsunami and Volcano Activities

★Invited Papers

*Dimitar Ouzounov[1]、Sergey Pulinets[2]、Dmitry Davidenko[2]、Alexander Rozhnoi[3]、Maria Solovieva[3]、Tiger Liu[4] (1.Center of Excellence in Earth Systems Modeling & Observations (CEESMO) , Schmid College of Science & Technology Chapman University, Orange, California, USA、2.Space Research Institute, RAS, Moscow, Russia、3.The Schmidt Institute of Physics of the Earth, RAS, Moscow, Russia、4.Center for Astronautical Physics and Engineering, National Central University, Taoyuan City, Taiwan)

[MIS04-P08] Seismicity change and b value variation prior to the Wenchuan earthquake (*Ms 8.0*)

*Peng Han[1]、Rui Wang[1]、Ying Chang[1]、Miao Miao[1]、Haixia Shi[2]、Lingyuan Meng[2]、Xuemei Zhang[2]、Weiyun Xie[3]、Katsumi Hattori[3] (1.Southern University of Science and Technology, Shenzhen, China、2.China Earthquake Networks Center, Beijing 100045, China、3.Chiba University, Chiba, Japan)

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_35

[M-IS04] Interdisciplinary studies on pre-earthquake processes

コンビーナ:服部 克巳(千葉大学大学院理学研究科)、劉 正彦(国立中央大学太空科学研究所)、Ouzounov Dimitar(Center of Excellence in Earth Systems Modeling & Observations (CEESMO) , Schmid College of Science & Technology Chapman University, Orange, California, USA)、Qinghua Huang(Peking University)

[MIS04-P01] 1983~2017の柿岡におけるULF磁場変動と地震との相関に関する長期統計解析と地震前兆性の評価

*高橋 恵[1]、服部 克巳[2]、韓 鵬[3] (1.Faculty of Science, Chiba University、2.Graduate School of Science, Chiba University、3.Southern University of Science and Technology, China)

[MIS04-P02] Swarm衛星を用いた地震に先行する磁場異常および電離圏異常に関する研究

*山﨑 編音[1]、服部 克巳[1]、宋 鋭[1] (1.千葉大学)

[MIS04-P03] Measurement of radon density in the atmosphere at Okayama, Kochi, Choshi and Kiyosumi, II

*岡林 徹[1]、蜷川 清隆[2]、山本 勲[3]、服部 克巳[4]、吉野 千恵[4]、小島 春奈[4]、前多 信博 (1.千葉科学大学危機管理学部医療危機管理学科、2.岡山理科大学理学部、3.岡山理科大学工学部、4.千葉大学理学部地球科学科)

[MIS04-P04] Possible anomalous changes in solar quiet-daily geomagnetic variation *Sq* related to the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake (Mw 9.0)

*Xiaocan Liu[1]、Katsumi Hattori[2,3]、Peng Han[4]、Huaran Chen[1] (1.Institute of geophysics China Earthquake Administrition、2.Graduate School of Science, Chiba University, Chiba, Japan、3. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, Chiba, Japan、4.Department of Earth and Space Sciences, Southern University of Science and Technology, ShenZhen, China)

[MIS04-P05] Co-seismic geomagnetic fluctuations and atmospheric disturbances during the 2018 M6.2 Hualien Earthquake

*Chun-Rong Chen[1]、JANN-YENQ Liu[1] (1.Graduate Institute of Space Science, National Central University)

[MIS04-P06] Multi-sensor monitoring network for earthquake precursor study near subduction zone at Boso, Japan

*服部 克巳[1]、吉野 千恵[1]、謝 蔚云[2]、齊藤 央[2]、小島 春奈[2]、宋 鋭[2]、韓 鵬[3]、茂木 透[4]、後藤 忠徳[5]、内匠 逸[6]、安川 博[7]、毛利 元昭[8]、井筒 潤[9]、高野 忠[10]、山中 千博[11]、鴨川 仁[12]、安藤 芳晃[13]、劉 正彦[14]、Ouzounov Dimitar[15]、Tramutoli Valery[16] (1.千葉大学大学院理学研究院、2.千葉大学大学院融合理工学府、3.中国南方科技大学、4.北海道大学、5.京都大学、6.名古屋工業大学、7.愛知県立大学、8.愛知大学、9.中部大学、10.日本大学、11.大阪大学、12.東京学芸大学、13.電気通信大学、14.台湾国立中央大学、15.Chapman University, US、16.University of Basilicagta, Italy)

[MIS04-P07] Transient Effects in Atmosphere and Ionosphere Associated with 2018 Mw 7.5 Sulawesi Indonesia Earthquake and Triggered Tsunami and Volcano Activities

★Invited Papers

*Dimitar Ouzounov[1]、Sergey Pulinets[2]、Dmitry Davidenko[2]、Alexander Rozhnoi[3]、Maria Solovieva[3]、Tiger Liu[4] (1.Center of Excellence in Earth Systems Modeling & Observations (CEESMO) , Schmid College of Science & Technology Chapman University, Orange, California, USA、2.Space Research Institute, RAS, Moscow, Russia、3.The Schmidt Institute of Physics of the Earth, RAS, Moscow, Russia、4.Center for Astronautical Physics and Engineering, National Central University, Taoyuan City, Taiwan)

[MIS04-P08] Seismicity change and b value variation prior to the Wenchuan earthquake (*Ms 8.0*)

*Peng Han[1]、Rui Wang[1]、Ying Chang[1]、Miao Miao[1]、Haixia Shi[2]、Lingyuan Meng[2]、Xuemei Zhang[2]、Weiyun Xie[3]、Katsumi Hattori[3] (1.Southern University of Science and Technology, Shenzhen, China、2.China Earthquake Networks Center, Beijing 100045, China、3.Chiba University, Chiba, Japan)

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

13:45 ~ 15:15 | A02 東京ベイ幕張ホール

[M-IS04] Interdisciplinary studies on pre-earthquake processes

コンビーナ:服部 克巳(千葉大学大学院理学研究科)、劉 正彦(国立中央大学太空科学研究所)、Ouzounov Dimitar(Center of Excellence in Earth Systems Modeling & Observations (CEESMO) , Schmid College of Science & Technology Chapman University, Orange, California, USA)、Qinghua Huang(Peking University)、座長:Jann-Yenq Liu(National Central University, Taiwan)、長尾 年恭

13:45 ~ 14:00

[MIS04-01] Application of blind source separation method in seismo-magnetic data analysis

★Invited Papers

*Peng Han[1]、Yi Zhong[1]、Yuanyuan Zhou[1]、Yonghui Ma[2]、Chengliang Xie[3]、Katsumi Hattori[4]、Chie Yoshino[4] (1.Southern University of Science and Technology, Shenzhen, China、2.Harbin Institute of Technology (Shenzhen), Shenzhen 518055, China、3.China University of Geosciences (Beijing), Beijing, 100083, China、4.Chiba University, Chiba, Japan)

14:00 ~ 14:15

[MIS04-02] 房総旭観測点近傍の地震活動と地中ラドン濃度変動

*小島 春奈[1]、服部 克巳[2]、吉野 千恵[2]、下 道國[3]、小西 敏春[4]、古屋 隆一[5] (1.千葉大学大学院融合理工学府地球環境科学専攻地球科学コース、2.千葉大学大学院理学研究院、3.藤田保健衛生大学、4.応用光研株式会社、5.コムシステム株式会社)

14:15 ~ 14:30

[MIS04-03] Geochemical evidence for the occurrence of 2018 Hualien earthquake triggered by earlier earthquake swarm

*Ching-Chou Fu[1]、Lou-Chuang Lee[1]、Cheng-Horng Lin[1]、Vivek Walia[2]、Dimitar Ouzounov[3] (1.Institute of Earth Sciences, Academia Sinica、2.National Center for Research on Earthquake Engineering, NARL, Taiwan、3.Chapman University, One University Drive, Orange, CA, USA)

14:30 ~ 14:45

[MIS04-04] b値の時間変化及び統計的評価

*謝 蔚云[1]、服部 克巳[1]、韓 鵬[2] (1.千葉大学、2.中国南方科技大学)

14:45 ~ 15:00

[MIS04-05] The S-K characteristics of the borehole areal strains associated with the Ms 8.0 Wenchuan and Ms 7.0 Lushan earthquakes

★Invited Papers

*Kaiguang Zhu [1]、Zining Yu[1]、Chenquan Chi[1]、Mengxuan Fan[1]、Kaiyan Lii[1] (1.Jilin University)

15:00 ~ 15:15

[MIS04-06] The Relationship between Earthquakes and Lightning Events of the globe during 2009-2017

*Ching-Chung Cheng[1]、JANN-YENQ Liu[1,2,3] (1.Graduate Institute of Space Science, National Central University, TAIWAN、2.Center for Astronautical Physics and Engineering, National Central University, TAIWAN、3.Center for Space and Remote Sensing Research, National Central University, TAIWAN)

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

15:30 ~ 17:00 | A02 東京ベイ幕張ホール

[M-IS04] Interdisciplinary studies on pre-earthquake processes

コンビーナ:服部 克巳(千葉大学大学院理学研究科)、劉 正彦(国立中央大学太空科学研究所)、Ouzounov Dimitar(Center of Excellence in Earth Systems Modeling & Observations (CEESMO) , Schmid College of Science & Technology Chapman University, Orange, California, USA)、Qinghua Huang(Peking University)、座長:Peng Han、服部 克巳

15:30 ~ 15:45

[MIS04-07] 3D-Tomography of the Ionospheric Anomalies Preceding the 2011 Tohoku-Oki (M_w9.0) Earthquake

*Ihsan Naufal Muafiry[1,2]、Kosuke Heki[1] (1.Hokkaido University, Japan、2.Universitas Esa Unggul, Indonesia)

15:45 ~ 16:00

[MIS04-08] Statistical Analysis of Pre-seismic Ionospheric Electron Density Anomalies and Investigation of Precursor

*齊藤 央[1]、吉野 千恵[1]、服部 克巳[1] (1.千葉大学)

16:00 ~ 16:15

[MIS04-09] Spatial clustering of pre-earthquake anomalies as an indicator of the preparation/activation zone

*Dimitar Ouzounov[1]、Sergey Pulinets[2]、Tiger Liu[3]、Katsumi Hattori[4] (1.Center of Excellence in Earth Systems Modeling & Observations (CEESMO) , Schmid College of Science & Technology Chapman University, Orange, California, USA、2.Space Research Institute, RAS, Moscow, Russia、3.National Central University, Taoyuan City, Taiwan、4. Chiba University, Chiba, Japan)

16:15 ~ 16:30

[MIS04-10] **Application of the ionospheric parameters on the seismic research**- -Seismic-ionospheric effect detected from China Seismo-Electromagnetic Satellite

★Invited Papers

*Rui Song[1]、Hattori Katsumi[2]、Xuemin Zhang[3] (1.Graduate School of Science and Engeering, Chiba University、2.Graduate School of Science, Chiba University、3.Institute of Earthquake Science, China Earthquake Administration)

16:30 ~ 16:45

[MIS04-11] ROC curve analyses on the ionospheric TEC of M>=6.0 earthquakes in Japan during 1998-2015

★Invited Papers

*JANN-YENQ Liu[1]、Yuh-Ing Chen[2]、Pei-Jung Lee[1] (1.Center for Astronautical Physics and Engineering; Graduate Institute of Space Science, National Central University, Taiwan、2.Graduate Institute of Statistics, National Central University, Taiwan)

16:45 ~ 17:00

[MIS04-12] FORMOSAT-5/AIP observes seismo-ionospheric precursors

*JANN-YENQ Liu[1]、Chi-Kuang Chao[1] (1.Center for Astronautical Physics and Engineering; and Graduate Institute of Space Science, National Central University, TAIWAN)

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

13:45 ~ 15:15 | 202 2F

[M-IS06] ジオパーク、ジオサイト、石造文化財の保存修復：風化プロセスとダメージアセスメント

コンビーナ:小口 千明(埼玉大学大学院理工学研究科)、藁谷 哲也(日本大学大学院理工学研究科)、目代 邦康(東北学院大学)、Magdalini Theodoridou(School of Engineering, Cardiff University)、座長:藁谷 哲也(日本大学大学院　理工学研究科)、目代 邦康(ジャパンジオサービス)

13:45 ~ 14:00

[MIS06-01] 自然災害発生時におけるジオサイトの保全についてのジオパークの対応

*目代 邦康[1]、長谷川 修一[2] (1.日本ジオサービス株式会社、2.香川大学)

14:00 ~ 14:15

[MIS06-02] Physical and mechanical properties for damage assesment of Taya Cave rocks, central Japan

*小口 千明[1]、秋元 友理奈[2]、田村 裕彦[3]、坂根 海征[1] (1.埼玉大学大学院理工学研究科、2.埼玉大学工学部、3.田谷の洞窟保存実行委員会)

14:15 ~ 14:30

[MIS06-03] **多分野統合共同調査から地域づくりへ展開させる地下文化財「田谷の洞窟」保存活動の実践的試行**

★招待講演

*田村 裕彦[1,2]、小口 千明[4]、早川 裕弋[5,2]、小倉 拓郎[2]、緒方 啓介[6]、守田 正志[3] (1.田谷の洞窟保存実行委員会、2.東京大学空間情報科学研究センター、3.横浜国立大学大学院都市イノベーション学府・研究院、4.埼玉大学理工学研究科 環境科学・社会基盤部門、5.北海道大学大学院地球環境科学研究院、6.鶴見大学文学部文化財学科)

14:30 ~ 14:45

[MIS06-04] **Italian underground cultural heritage: from monitoring to enhancement**

★Invited Papers

*Mario Parise[1]、Tiziana Vitolo[2]、Roberta Varriale[2] (1.Univ. Aldo Moro, Dept. Earth and Environmental Sciences, Bari, Italy、2.CNR-ISSM, Italy)

14:45 ~ 15:00

[MIS06-05] アンコール遺跡を構成する砂岩ブロックの日射による風化の可能性

*藁谷 哲也[1] (1.日本大学大学院理工学研究科)

15:00 ~ 15:15

[MIS06-06] **Durability evaluation of pyroclastic rocks used in the historical built environment of Hungary**

*Luigi Germinario[1,2]、Ákos Török[1] (1.Budapest University of Technology and Economics, Hungary、2.Saitama University, Japan)

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_19

[M-IS06] ジオパーク、ジオサイト、石造文化財の保存修復：風化プロセスとダメージアセスメント

コンビーナ:小口 千明(埼玉大学大学院理工学研究科)、藁谷 哲也(日本大学大学院理工学研究科)、目代 邦康(東北学院大学)、Magdalini Theodoridou(School of Engineering, Cardiff University)

[MIS06-P01] The artistic qualities of religion reliefs in Taya-cave.Japan

*緒方 啓介[1] (1.鶴見大学)

[MIS06-P02] Effect of stress concentration on the Weathering Mechanism of Sandstone Pillars of Angkor Wat, Cambodia by means of numerical simulation

*竹村 貴人[1]、藁谷 哲也[2] (1.日本大学文理学部地球科学科、2.日本大学文理学部地理学科)

[MIS06-P03] 巨大な斜面変動の痕跡を保存する意義

*目代 邦康[1]、佐藤 英和[2] (1.日本ジオサービス株式会社、2.栗駒山麓ジオパーク推進協議会)

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_36

[M-IS06] ジオパーク、ジオサイト、石造文化財の保存修復：風化プロセスとダメージアセスメント

コンビーナ:小口 千明(埼玉大学大学院理工学研究科)、藁谷 哲也(日本大学大学院理工学研究科)、目代 邦康(東北学院大学)、Magdalini Theodoridou(School of Engineering, Cardiff University)

[MIS06-P01] The artistic qualities of religion reliefs in Taya-cave.Japan

*緒方 啓介[1] (1.鶴見大学)

[MIS06-P02] Effect of stress concentration on the Weathering Mechanism of Sandstone Pillars of Angkor Wat, Cambodia by means of numerical simulation

*竹村 貴人[1]、藁谷 哲也[2] (1.日本大学文理学部地球科学科、2.日本大学文理学部地理学科)

[MIS06-P03] 巨大な斜面変動の痕跡を保存する意義

*目代 邦康[1]、佐藤 英和[2] (1.日本ジオサービス株式会社、2.栗駒山麓ジオパーク推進協議会)

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

9:00 ~ 10:30 | 201A 2F

[M-IS07] アストロバイオロジー

コンビーナ:薮田 ひかる(広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻)、杉田 精司(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、深川 美里(国立天文台)、藤島 皓介(東京工業大学地球生命研究所)、座長:薮田 ひかる(広島大学大学院 理学研究科)、杉田 精司(東京大学大学院 理学系研究科)、深川 美里(名古屋大学大学院 理学研究科)、藤島 皓介(ELSI 地球生命研究所)

9:00 ~ 9:20

[MIS07-06] How to find and characterize nearby habitable exoplanets

★Invited Papers

*成田 憲保[1] (1.アストロバイオロジーセンター)

9:20 ~ 9:40

[MIS07-07] **Organic Matter Preserved in Mudstones of a 3-Billion-Year-Old Lake Deposit in Gale Crater, Mars**

★Invited Papers

*Jennifer L Eigenbrode[1]、Roger E Summons[2]、Andrew Steele[3]、Caroline Freissinet[4]、Maëva Millan[5]、Rafael Navarro-González[6]、Paul Mahaffy[1] (1.NASA Goddard Space Flight Center、2.Massachusetts Institute of Technology、3.Carnegie Institution of Washington、4.Institut Pierre Simon Laplace, CNRS、5.Georgetown University、6.Universidad Nacional Autónoma de México)

9:40 ~ 9:55

[MIS07-08] **The third year sample return of Tanpopo: Capture and Exposure Experiment of Micrometeorite and Microbes on Exposure Facility of International Space Station**

*山岸 明彦[1]、Hashimoto Hirofumi[2]、Yano Hajime[2]、Yokobori Shin-ichi[3]、Kobayashi Kensei[4]、Mita Hajime[5]、Yabuta Hikaru[6]、Higashide Masumi[7]、Tabata Makoto[8]、Kawai Hideyuki[8]、Imai Eiichi[9] (1.Tokyo University of Pharmacy and Life Science, Department of Molecular Biology、2.ISAS/JAXA, Sagamihara, Japan、3.Tokyo University of Pharmacy and Life Science, Tokyo, Japan、4.Yokohama National University, Yokohama, Japan、5.Fukuoka Institute of Technology, Fukuoka, Japan、6.Hiroshima University, Hirosima, Japan、7.Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), Tokyo, Japan、8.Chiba University, Chiba, Japan、9.Nagaoka University of Technology, Nagaoka, Japan)

9:55 ~ 10:10

[MIS07-09] 低温度周りに適応可能な光合成色素の理論的探索：中心金属による物理化学的特性の調整

*小松 勇[1,2]、滝澤 謙二[1,3] (1.アストロバイオロジーセンター 、2.国立天文台、3.基礎生物学研究所)

10:10 ~ 10:25

[MIS07-10] 地球類似惑星の気候安定性とハビタビリティにおける炭化水素エアロゾルの影響

*渡辺 泰士[1]、田近 英一[1]、尾崎 和海[2]、洪 鵬[3] (1.東京大学、2.東邦大学、3.千葉工業大学)

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

10:45 ~ 12:15 | 201A 2F

[M-IS07] アストロバイオロジー

コンビーナ:薮田 ひかる(広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻)、杉田 精司(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、深川 美里(国立天文台)、藤島 皓介(東京工業大学地球生命研究所)、座長:藤島 皓介(ELSI 地球生命研究所)、深川 美里(名古屋大学大学院 理学研究科)、杉田 精司(東京大学大学院 理学系研究科)、薮田 ひかる(広島大学大学院 理学研究科)

10:45 ~ 11:05

[MIS07-11] the emergence of iron-sulfur protometabolism

★Invited Papers

*Sheref Mansy[1] (1.University of Trento)

11:05 ~ 11:25

[MIS07-12] Life-water-mineral interactions and their products

★Invited Papers

*白石 史人[1] (1.広島大学)

11:25 ~ 11:40

[MIS07-13] How much can we learn about ancient cells from sequence analysis? New metrics on an old problem.

*Shawn E McGlynn[1]、Sarah J Berkemer[2,3] (1.Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology、2.Bioinformatics Group, Department of Computer Science, Interdisciplinary Center for Bioinformatics, University of Leipzig、3.Max Planck Institute for Mathematics in the Sciences, Leipzig, Germany)

11:40 ~ 11:55

[MIS07-14] Scientific significance of searching living cells on Mars surface by Life Detection Microscope (LDM)

*吉村 義隆[1]、山岸 明彦[2]、佐藤 毅彦[3]、宮川 厚夫[2]、今井 栄一[4]、佐々木 聰[5]、小林 憲正[6]、癸生川 陽子[6]、岡田 朋華[6]、塩谷 圭吾[3]、薮田 ひかる[7]、長沼 毅[7]、三田 肇[8]、藤田 和央[3]、臼井 寛裕[3] (1.玉川大学農学部、2.東京薬科大学、3.宇宙航空研究開発機構、4.長岡技術科学大学、5.東京工科大学、6.横浜国立大学、7.広島大学、8.福岡工業大学)

11:55 ~ 12:10

[MIS07-15] Civilization-bearing planets in the Milky-Way Galaxy; 50 necessary conditions must be satisfied in order

*丸山 茂徳[1] (1.東京工業大学地球生命研究所)

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_20

[M-IS07] アストロバイオロジー

コンビーナ:薮田 ひかる(広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻)、杉田 精司(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、深川 美里(国立天文台)、藤島 皓介(東京工業大学地球生命研究所)

[MIS07-P01] IRDによる赤外線高精度ドップラー法から明らかになる系外惑星: 低温M型星の惑星の大規模探査の開始

*葛原 昌幸[1,3]、佐藤 文衛[4]、田村 元秀[2,1,3]、小谷 隆行[1,3,5]、大橋 永芳[3,6]、大宮 正士[1,3]、平野 照幸[4]、原川 紘季[6,3,1]、青木 和光[3,5]、成田 憲保[2,1]、堀 安範[1,3]、上田 暁俊[3,5]、福井 暁彦[2]、石川 裕之[5,3]、石塚 将斗[2]、黒川 隆志[1,7]、日下部 展彦[1,3]、工藤 智幸[6,3,1]、小久保 英一郎[3]、小西 美穂子[1,3]、中島 紀[1,3,5]、西川 淳[3,5,1]、荻原 正博[3]、芹澤 琢磨[7] (1.自然科学研究機構 アストロバイオロジーセンター、2.東京大学大学院理学系研究科 、3.国立天文台、4.東京工業大学、5.総合研究大学院大学、6.すばる望遠鏡、7.東京農工大)

[MIS07-P02] Discrimination of organic compounds and mineral particles by fluorescent microscopy for the detection of Martian life.

*岡田 朋華[1]、吉村 義隆[2]、宮川 厚夫[3]、村野 由佳[3]、横堀 伸一[3]、山岸 明彦[3]、小林 憲正[1]、癸生川 陽子[1] (1.横浜国立大学、2.玉川大学、3.東京薬科大学)

[MIS07-P03] Morphological and spectroscopic characteristics of organic matter in Banded Iron Formation, Barberton Greenstone Belt, South Africa

*雨宮 弘樹[1]、中島 亮[1]、大友 陽子[1]、大竹 翼[1]、佐藤 努[1] (1.北海道大学大学院工学院　環境循環システム部門)

[MIS07-P04] Understanding peptide sequence selectivity on iron sulfide (FeS) nanoparticle surfaces

*Fujishima Kosuke[1]、Norio Kitadai[1]、Kenji Kasama[1] (1.Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology)

[MIS07-P05] L-アラニンを起点とするホモキラルペプチドの生成過程モデル

*胸組 虎胤[1]、山家 泰輔[1] (1.鳴門教育大学大学院学校教育研究科自然系コース（理科）)

[MIS07-P06] 弱還元型原始地球大気中でのアミノ酸およびカルボン酸の生成可能性の検討

*木下 美栄[1]、池田 伸太郎[1]、河村 公隆[2]、Bhagawati Kunwar[2]、福田 一志[3]、小栗 慶之[3]、柴田 裕実[4]、高橋 淳一[1]、Vladimir Airapetian[5]、癸生川 陽子[1]、小林 憲正[1] (1.横浜国立大学、2.中部大学、3.東京工業大学、4.大阪大学、5.NASA Goddard SFC)

[MIS07-P07] たんぽぽ計画での初期分析のための、機械学習の適用とソフトウエア開発

*奥平 恭子[1]、戸田 悠斗[1]、園家 俊[1]、矢口 勇一[1]、吉田 将司[1]、今仁 順也[2]、佐々木 聰[3]、矢野 創[4]、出村 裕英[1]、田端 誠[5]、山岸 明彦[6] (1.会津大学、2.由紀精密、3.東京工科大学、4.宇宙航空研究開発機構、5.千葉大学、6.東京薬科大学)

[MIS07-P08] 国際宇宙ステーション搭載シリカエアロゲルで捕獲された微粒子の高速衝突トラックの３次元形状

*西 瑞穂[1]、土山 明[1]、矢野 創[2]、薮田 ひかる[3]、奥平 恭子[4]、松野 淳也[1]、上椙 真之[5]、上杉 健太郎[5]、中野 司[6]、野口 高明[7]、三田 肇[8]、山岸 明彦[9] (1.京都大学、2.宇宙航空研究開発機構、3.広島大学、4.会津大学、5.JASRI/SPring-8 、6.産業技術総合研究所、7.九州大学、8.福岡工業大学、9.東京薬科大学)

[MIS07-P09] High-Angular-Resolution Observations of Protoplanetary Disks

*Misato Fukagawa[1] (1.National Astronomical Observatory of Japan)

[MIS07-P10] 模擬星間氷への粒子線照射による高分子量アミノ酸前駆体のキャラクタリゼーション

*倉本 想士[1]、佐藤 智仁[1]、福田 一志[2]、小栗 慶之[2]、近藤 康太郎[2]、柴田 裕実[3]、癸生川 陽子[1]、小林 憲正[1]、吉田 聡[4] (1.横浜国立大学、2.東京工業大学、3.大阪大学、4.量子科学技術研究開発機構)

[MIS07-P11] 核酸塩基の前生物的な生成過程の理論的解明

*小松 勇[1,2]、鈴木 大輝[1,2] (1.アストロバイオロジーセンター 、2.国立天文台)

[MIS07-P12] Formation Process of A Glycine's Precursor Candidate, CH3NH2

*鈴木 大輝[1,2]、Majumdar Liton[3]、大石 雅寿[2] (1.自然科学研究機構アストロバイオロジーセンター、2.自然科学研究機構国立天文台、3.ジェット推進研究所)

[MIS07-P13] Numerical study on the stellar atmosphere & wind of Cool Stars

*坂上 峻仁[1]、柴田 一成[1] (1.京都大学)

[MIS07-P14] Design of space exposure experiments of organic matter in Tanpopo 2

*横尾 卓哉[1]、佐藤 智仁[1]、左近 樹[2]、中川 和道[3]、矢野 創[4]、中山 美紀[5]、三田 肇[5]、癸生川 陽子[1]、小林 憲正[1] (1.横浜国立大学大学院、2.東京大学、3.神戸大学、4.JAXA、5.福岡工業大学)

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_37

[M-IS07] アストロバイオロジー

コンビーナ:薮田 ひかる(広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻)、杉田 精司(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、深川 美里(国立天文台)、藤島 皓介(東京工業大学地球生命研究所)

[MIS07-P01] IRDによる赤外線高精度ドップラー法から明らかになる系外惑星: 低温M型星の惑星の大規模探査の開始

*葛原 昌幸[1,3]、佐藤 文衛[4]、田村 元秀[2,1,3]、小谷 隆行[1,3,5]、大橋 永芳[3,6]、大宮 正士[1,3]、平野 照幸[4]、原川 紘季[6,3,1]、青木 和光[3,5]、成田 憲保[2,1]、堀 安範[1,3]、上田 暁俊[3,5]、福井 暁彦[2]、石川 裕之[5,3]、石塚 将斗[2]、黒川 隆志[1,7]、日下部 展彦[1,3]、工藤 智幸[6,3,1]、小久保 英一郎[3]、小西 美穂子[1,3]、中島 紀[1,3,5]、西川 淳[3,5,1]、荻原 正博[3]、芹澤 琢磨[7] (1.自然科学研究機構 アストロバイオロジーセンター、2.東京大学大学院理学系研究科 、3.国立天文台、4.東京工業大学、5.総合研究大学院大学、6.すばる望遠鏡、7.東京農工大)

[MIS07-P02] Discrimination of organic compounds and mineral particles by fluorescent microscopy for the detection of Martian life.

*岡田 朋華[1]、吉村 義隆[2]、宮川 厚夫[3]、村野 由佳[3]、横堀 伸一[3]、山岸 明彦[3]、小林 憲正[1]、癸生川 陽子[1] (1.横浜国立大学、2.玉川大学、3.東京薬科大学)

[MIS07-P03] Morphological and spectroscopic characteristics of organic matter in Banded Iron Formation, Barberton Greenstone Belt, South Africa

*雨宮 弘樹[1]、中島 亮[1]、大友 陽子[1]、大竹 翼[1]、佐藤 努[1] (1.北海道大学大学院工学院　環境循環システム部門)

[MIS07-P04] Understanding peptide sequence selectivity on iron sulfide (FeS) nanoparticle surfaces

*Fujishima Kosuke[1]、Norio Kitadai[1]、Kenji Kasama[1] (1.Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology)

[MIS07-P05] L-アラニンを起点とするホモキラルペプチドの生成過程モデル

*胸組 虎胤[1]、山家 泰輔[1] (1.鳴門教育大学大学院学校教育研究科自然系コース（理科）)

[MIS07-P06] 弱還元型原始地球大気中でのアミノ酸およびカルボン酸の生成可能性の検討

*木下 美栄[1]、池田 伸太郎[1]、河村 公隆[2]、Bhagawati Kunwar[2]、福田 一志[3]、小栗 慶之[3]、柴田 裕実[4]、高橋 淳一[1]、Vladimir Airapetian[5]、癸生川 陽子[1]、小林 憲正[1] (1.横浜国立大学、2.中部大学、3.東京工業大学、4.大阪大学、5.NASA Goddard SFC)

[MIS07-P07] たんぽぽ計画での初期分析のための、機械学習の適用とソフトウエア開発

*奥平 恭子[1]、戸田 悠斗[1]、園家 俊[1]、矢口 勇一[1]、吉田 将司[1]、今仁 順也[2]、佐々木 聰[3]、矢野 創[4]、出村 裕英[1]、田端 誠[5]、山岸 明彦[6] (1.会津大学、2.由紀精密、3.東京工科大学、4.宇宙航空研究開発機構、5.千葉大学、6.東京薬科大学)

[MIS07-P08] 国際宇宙ステーション搭載シリカエアロゲルで捕獲された微粒子の高速衝突トラックの３次元形状

*西 瑞穂[1]、土山 明[1]、矢野 創[2]、薮田 ひかる[3]、奥平 恭子[4]、松野 淳也[1]、上椙 真之[5]、上杉 健太郎[5]、中野 司[6]、野口 高明[7]、三田 肇[8]、山岸 明彦[9] (1.京都大学、2.宇宙航空研究開発機構、3.広島大学、4.会津大学、5.JASRI/SPring-8 、6.産業技術総合研究所、7.九州大学、8.福岡工業大学、9.東京薬科大学)

[MIS07-P09] High-Angular-Resolution Observations of Protoplanetary Disks

*Misato Fukagawa[1] (1.National Astronomical Observatory of Japan)

[MIS07-P10] 模擬星間氷への粒子線照射による高分子量アミノ酸前駆体のキャラクタリゼーション

*倉本 想士[1]、佐藤 智仁[1]、福田 一志[2]、小栗 慶之[2]、近藤 康太郎[2]、柴田 裕実[3]、癸生川 陽子[1]、小林 憲正[1]、吉田 聡[4] (1.横浜国立大学、2.東京工業大学、3.大阪大学、4.量子科学技術研究開発機構)

[MIS07-P11] 核酸塩基の前生物的な生成過程の理論的解明

*小松 勇[1,2]、鈴木 大輝[1,2] (1.アストロバイオロジーセンター 、2.国立天文台)

[MIS07-P12] Formation Process of A Glycine's Precursor Candidate, CH3NH2

*鈴木 大輝[1,2]、Majumdar Liton[3]、大石 雅寿[2] (1.自然科学研究機構アストロバイオロジーセンター、2.自然科学研究機構国立天文台、3.ジェット推進研究所)

[MIS07-P13] Numerical study on the stellar atmosphere & wind of Cool Stars

*坂上 峻仁[1]、柴田 一成[1] (1.京都大学)

[MIS07-P14] Design of space exposure experiments of organic matter in Tanpopo 2

*横尾 卓哉[1]、佐藤 智仁[1]、左近 樹[2]、中川 和道[3]、矢野 創[4]、中山 美紀[5]、三田 肇[5]、癸生川 陽子[1]、小林 憲正[1] (1.横浜国立大学大学院、2.東京大学、3.神戸大学、4.JAXA、5.福岡工業大学)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

13:45 ~ 15:15 | 102 1F

[M-IS09] 最新の大気科学：ダスト

コンビーナ:石塚 正秀(香川大学)、黒崎 泰典(鳥取大学乾燥地研究センター)、関山 剛(気象庁気象研究所)、長島 佳菜(海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター)、座長:関山 剛

13:55 ~ 14:15

[MIS09-01] 大気から海洋へ供給される鉱物および燃焼起源鉄を含んだエアロゾルの全球モデル解析

★招待講演

*伊藤 彰記[1]、山本 彬友[1]、渡辺 路生[1]、相田 真希[1]、Ye Ying[2] (1.海洋研究開発機構、2.アルフレッドウェゲナー極地海洋研究所)

14:15 ~ 14:30

[MIS09-02] イラン7都市の降水中に含まれる不溶性物質の鉱物組成と元素組成の地域的特徴

*横尾 頼子[1]、阪本 千尋[1]、北村 篤志[1]、安間 了[2]、Mehrabani Shiva[3] (1.同志社大学理工学部、2.徳島大学、3.Kurdistan University)

14:30 ~ 14:45

[MIS09-03] Comparison of airborne microbial variations in air samples from Asian-dust source and arrival regions

*牧 輝弥[1]、藤田 達之[1]、松葉 悠真[1]、黒崎 泰典[2]、石塚 正秀[3]、河合 慶[4]、岩坂 泰信[5] (1.金沢大学理工研究域、2.鳥取大学乾燥地研究センター、3.香川大学工学部、4.名古屋大学大学院環境研究科、5.環境創造研究センター)

14:45 ~ 15:00

[MIS09-04] 気象庁エアロゾルモデル(MASINGAR)を用いた越境大気汚染物質による健康影響予測

*大西 一成[1]、関山 剛[2]、黒崎 泰典[3]、篠田 雅人[4] (1.聖路加国際大学公衆衛生大学院／臨床研究支援ユニット、2.気象庁気象研究所、3.鳥取大学乾燥地研究センター、4.名古屋大学大学院環境学研究科)

15:00 ~ 15:15

[MIS09-05] Dust layer captured by an inversion layer over the Gobi Desert on 29–30 April 2015

*河合 慶[1]、西尾 優汰[2]、甲斐 憲次[1,3]、能田 淳[4]、Erdenebadrakh Munkhjargal[1,5]、篠田 雅人[1]、杉本 伸夫[6]、清水 厚[6]、Enkhbaatar Davaanyam[5,7]、Dashdondog Batdorj[8] (1.名古屋大学、2.気象庁、3.茨城大学、4.酪農学園大学、5.モンゴル気象水文環境情報研究所、6.国立環境研究所、7.筑波大学、8.モンゴル気象環境監視庁)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

15:30 ~ 17:00 | 102 1F

[M-IS09] 最新の大気科学：ダスト

コンビーナ:石塚 正秀(香川大学)、黒崎 泰典(鳥取大学乾燥地研究センター)、関山 剛(気象庁気象研究所)、長島 佳菜(海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター)、座長:長島 佳菜

15:30 ~ 15:45

[MIS09-06] アンサンブルシミュレーションを用いた火星におけるダスト拡大地域の特定

*小郷原 一智[1]、磯田 祥吾[1] (1.滋賀県立大学工学部)

15:45 ~ 16:00

[MIS09-07] 原子間力顕微鏡を用いた個別エアロゾル粒子の付着力測定

*大野 耕平[1]、水島 悠希[4]、岩田 歩[3]、古家 正規[1]、土屋 望[1]、松木 篤[2] (1.金沢大学大学院自然科学研究科、2.金沢大学環日本海域環境研究センター、3.慶應義塾大学理工学部、4.金沢大学理工学域)

16:00 ~ 16:15

[MIS09-08] Occurrence of micro-meso scale dust storms and its relationship to the vegetation and topography in Mongolian grassland and Gobi Desert

*甲斐 憲次[1]、河合 慶[2]、牧 輝弥[3]、能田 淳[4] (1.茨城大学教育学部、2.名古屋大学大学院環境学研究科、3.金沢大学理工研究域、4.酪農学園大学獣医学類)

16:15 ~ 16:30

[MIS09-09] A trial of elucidation for dust emission conditions in East Asia by synoptic data analyses and a field observation

*黒崎 泰典[1]、武 靖[1]、Buyantogtokh Batjargal[1]、石塚 正秀[2]、Batdelger Gantsetseg[3] (1.鳥取大学、2.香川大学、3.IRIMHE, Mongolia)

16:30 ~ 16:45

[MIS09-10] Monitoring and assessing aeolian desertification processes based on a dust erodibility index – A case study in the Xilingol grassland, China

*Jing Wu[1]、Yasunori Kurosaki[1]、Chunling Du[2]、Tao Wang[3] (1. Arid Land Research Center, Tottori University、2.School of Economics and Management, Inner Mongolia Agricultural University、3.Northwest Institute of Eco-Environment and Resources, Chinese Academy of Sciences)

16:45 ~ 17:00

[MIS09-11] 中国内モンゴル草原における地表面状況と人間活動のダストに与える影響

*咏 梅[1]、篠田 雅人[2]、バンザラクチ ナンデンチチゲ[2] (1.中国内モンゴル師範大学、2.名古屋大学)

[J] Eveningポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_38

[M-IS09] 最新の大気科学：ダスト

コンビーナ:石塚 正秀(香川大学)、黒崎 泰典(鳥取大学乾燥地研究センター)、関山 剛(気象庁気象研究所)、長島 佳菜(海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター)

[MIS09-P01] Study on decadal influencing of the teleconnection pattern EA and SCAND on major atmospheric circulation systems of the northern China dust storms during the past 65 years (1954-2018)

*高 涛[1]、咏 梅[2] (1.中国内蒙古自治区気象科学研究所、2.中国内モンゴル師範大学)

[MIS09-P02] **Effects of freeze-thaw and land-surface processes on dust occurrence in the Mongolian desert steppe**

*Kaman kong[1]、Masato Shinoda[1]、Banzragch Nandintsetseg[1,2,3]、Yasunori Kurosaki[4] (1.Nagoya Unviserity、2.Information and Research Institute of Meteorology, Hydrology, and Environment、3.National University of Mongolia、4.Tottori University)

[MIS09-P03] 北太平洋とその縁辺海の表面水中に懸濁する鉱物粒子ー海水分析から調べた風送ダストの沈着

*岩本 洋子[1]、植松 光夫[2] (1.広島大学　生物圏科学研究科、2.東京大学　大気海洋研究所)

[MIS09-P04] 石英個別粒子のカソードルミネッセンス分析に基づく，カナダ雪氷コア中のアジアダストの供給源推定とその季節変化

*長島 佳菜[1]、東 久美子[2] (1.海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター、2.国立極地研究所)

[MIS09-P05] 飛砂風洞装置を用いた弱い土壌クラストが飛砂とダスト発生に与える影響の解明

*石塚 正秀[1]、中原 優祐[5]、政岡 瞳見[6]、中尾 元軌[6]、石井 智之[6]、黒崎 泰典[2]、萩野 裕章[3]、中村 公一[7]、Gantsetseg Batdelger[4]、南光 一樹[9]、西原 英治[8]、鈴木 覚[9] (1.香川大学創造工学部、2.鳥取大学乾燥地研究センター、3.森林総合研究所東北支所、4.モンゴル水文気象環境情報研究所、5.香川大学大学院工学研究科、6.香川大学工学部、7.鳥取大学工学部、8.鳥取大学農学部、9.森林総合研究所森林研究部門)

[MIS09-P06] **Effect of stone on sand saltation in Tsogt-Ovoo, Mongolia: Observation and Model simulation**

*Batjargal Buyantogtokh[1]、Yasunori Kurosaki[1]、Masahide Ishizuka[2]、Tsuyoshi Sekiyama[3] (1.Arid Land Research Center, Tottori University、2.Faculty of Engineering and Design, Kagawa University、3.Japan Meteorological Agency, Meteorological Research Institute)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

9:00 ~ 10:30 | コンベンションホールB 2F

[M-IS12] 津波堆積物

コンビーナ:千葉 崇(秋田県立大学生物資源科学部)、篠崎 鉄哉(筑波大学アイソトープ環境動態研究センター)、石村 大輔(首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室)、座長:石村 大輔(首都大学東京大学院都市環境科学研究科)

9:00 ~ 9:15

[MIS12-01] 北海道太平洋沿岸日高南部における海水準変動の影響を受けた津波・洪水履歴

*中西 諒[1]、岡村 聡[1,2]、嵯峨山 積[3]、横山 祐典[4]、宮入 陽介[4] (1.北海道教育大学　札幌校、2.北海道土質試験協同組合、3.北海道総合地質学研究センター、4.東京大学)

9:15 ~ 9:30

[MIS12-02] 千島海溝沿岸の地震性バリアーシステムに認められる17世紀超巨大地震による海岸隆起と大津波の発生時期の前後関係

*七山 太[1,5]、渡辺 和明[1]、深津 恵太[2]、長谷川 健[4]、重野 聖之[3]、石井 正之[6]、石渡 一人[7]、猪熊 樹人[8] (1.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2.野付半島ネイチャーセンター、3.明治コンサルタント株式会社、4.茨城大学、5.熊本大学　くまもと水資源・減災研究教育センター、6.石井技術士事務所、7.別海町郷土資料館、8.根室市歴史と自然の資料館)

9:30 ~ 9:45

[MIS12-03] 北海道ホロカヤントウにおける2016年6月の低気圧による高波に伴う沿岸地形変化とウォッシュオーバー堆積物

*千葉 崇[1]、西村 裕一[2] (1.秋田県立大学生物資源科学部、2.北海道大学大学院理学研究院)

9:45 ~ 10:00

[MIS12-04] 国後島における津波堆積物調査：2015-2018年の成果

*西村 裕一[1]、高清水 康博[2]、菅原 大助[3]、圓谷 昂史[4]、千葉 崇[5]、中西 諒[6]、Alexander Shishkin[7]、Alexey Gorbunov[8]、Victor Kaistrenko[8]、高橋 明日香[9]、村松 弘規[10]、川添 安之[11]、高松 直史[11] (1.北海道大学大学院理学研究院、2.新潟大学人文社会・教育科学系、3.ふじのくに地球環境史ミュージアム、4.北海道博物館、5.秋田県立大学生物資源科学部、6.北海道教育大学、7.色丹島地球物理学研究所、8.ロシア科学アカデミー海洋地質地球物理研究所、9.気象庁、10.国土地理院、11.文部科学省)

10:00 ~ 10:15

[MIS12-05] 津波堆積物に基づく津波規模評価の試み：南海トラフ地震の例

*菅原 大助[1]、今井 健太郎[2]、岡田 真介[3]、前田 拓人[4] (1.ふじのくに地球環境史ミュージアム、2.海洋研究開発機構、3.東北大学、4.弘前大学)

10:15 ~ 10:30

[MIS12-06] 水路実験から見た津波堆積物の多様性

★招待講演

*山口 直文[1] (1.茨城大学　広域水圏環境科学教育研究センター)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

10:45 ~ 12:15 | コンベンションホールB 2F

[M-IS12] 津波堆積物

コンビーナ:千葉 崇(秋田県立大学生物資源科学部)、篠崎 鉄哉(筑波大学アイソトープ環境動態研究センター)、石村 大輔(首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室)、座長:篠崎 鉄哉(筑波大学アイソトープ環境動態研究センター)

10:45 ~ 11:00

[MIS12-07] **Inverse modeling of Tsunami deposit using Deep Learning Neural Network**

*Rimali Mitra[1]、Hajime Naruse[1] (1.Kyoto University, Graduate School of Science)

11:00 ~ 11:15

[MIS12-08] 宮古市摂待における2011年東北沖津波起源の巨礫を用いた津波規模推定法の検討

*竹井 達哉[1,4]、後藤 和久[2]、山田 昌樹[3] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻、2.東北大学災害科学国際研究所、3.東京大学地震研究所、4.東京大学大学院新領域創成科学科複雑理工学専攻)

11:15 ~ 11:30

[MIS12-09] 石巻平野における歴史津波堆積物の年代制約

*手塚 寛[1]、後藤 和久[2]、石澤 堯史[1]、菅原 大助[3]、横山 祐典[4]、宮入 陽介[4] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻、2.東北大学災害科学国際研究所、3.ふじのくに地球環境史ミュージアム、4.東京大学大気海洋研究所)

11:30 ~ 11:45

[MIS12-10] Non-destructive analyzes of sediments to discern tsunami-related mud cap and overlying muds to improve age determination of tsunami deposits

*石澤 堯史[1]、後藤 和久[2]、横山 祐典[3]、宮入 陽介[3] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻、2.東北大学災害科学国際研究所、3.東京大学大気海洋研究所)

11:45 ~ 12:00

[MIS12-11] 潮間帯泥底における高潮堆積物の堆積学的・古生物学的研究ー三浦半島江奈湾でのケーススタディー

*北村 晃寿[1]、山本 有夏[1]、豊福 高志[2] (1.静岡大学理学部地球科学教室、2.海洋研究開発機構)

12:00 ~ 12:15

[MIS12-12] 浅海津波堆積物と生物撹拌

★招待講演

*清家 弘治[1] (1.産業技術総合研究所・地質調査総合センター)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_21

[M-IS12] 津波堆積物

コンビーナ:千葉 崇(秋田県立大学生物資源科学部)、篠崎 鉄哉(筑波大学アイソトープ環境動態研究センター)、石村 大輔(首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室)

[MIS12-P01] サンゴ質津波堆積物を用いた年代推定法の検討

*藤田 稜介[1]、後藤 和久[1]、井龍 康文[1]、石澤 尭史[1]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2] (1.東北大学、2.東京大学大気海洋研究所)

[MIS12-P02] 不確実性を考慮したイベント堆積物の認定方法 -津波堆積物への適用-

*吉井 匠[1]、田中 姿郎[1]、伊藤 由紀[1]、濱田 崇臣[1]、松山 昌史[1] (1.（一財）電力中央研究所)

[MIS12-P03] 津波堆積物認定手法構築のためのイベント堆積物の調査

*田中 姿郎[1]、吉井 匠[1]、平田 康人[1]、濱田 崇臣[1]、松山 昌史[1]、伊藤 由紀[1] (1.一般財団法人電力中央研究所)

[MIS12-P04] 陸上津波堆積物に含まれるマッドクラストの側方変化

*高清水 康博[1]、伊藤 大智 (1.新潟大学)

[MIS12-P05] 岩手・宮城・福島県で確認された2011年東北津波堆積物を用いた津波土砂移動モデルの妥当性・感度評価

*楠本 聡[1]、Gusman Aditya[2]、佐竹 健治[1] (1.東京大学地震研究所、2.GNS Science)

[MIS12-P06] Paleotsunami History in Hachinohe, Aomori Prefecture, northern Japan

*Erick Velasco R.[1]、Kazuhisa Goto[2]、Takahiro Shinohara[1]、Daisuke Sugawara[3]、Yuichi Nishimura[4]、Takashi Chiba[5] (1.Earth Science Department, Graduate Faculty of Science, Tohoku Univ.、2.International Research Institute of Disaster Science (IRIDeS), Tohoku Univ.、3.Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka、4.Graduate School of Science, Hokkaido Univ.、5.Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural Univ.)

[MIS12-P07] 青森県むつ市関根浜におけるイベント堆積物の特徴とその給源

発表キャンセル

*石村 大輔[1]、青木 かおり[2] (1.首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室、2.首都大学東京火山災害研究センター)

[MIS12-P08] **北海道胆振東部地震（2018年9月6日）で形成された噴砂の構造と構成物**

*西村 裕一[1]、千葉 崇[2] (1.北海道大学大学院理学研究院、2.秋田県立大学生物資源科学部)

[MIS12-P09] 北海道・奥尻島南部の津波堆積物と津波波源の推定

*卜部 厚志[1]、加瀬 善洋[2]、川上 源太郎[2]、仁科 健二[2]、小安 浩理[2] (1.新潟大学災害・復興科学研究所、2.道総研・地質研究所)

[MIS12-P10] Inter-seismic and post-seismic tectonic movements detected during the 17th century earthquake and inferred from diatom analysis in Tokachi area, Hokkaido, Japan

*千葉 崇[1]、西村 裕一[2] (1.秋田県立大学生物資源科学部、2.北海道大学理学研究院)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_39

[M-IS12] 津波堆積物

コンビーナ:千葉 崇(秋田県立大学生物資源科学部)、篠崎 鉄哉(筑波大学アイソトープ環境動態研究センター)、石村 大輔(首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室)

[MIS12-P01] サンゴ質津波堆積物を用いた年代推定法の検討

*藤田 稜介[1]、後藤 和久[1]、井龍 康文[1]、石澤 尭史[1]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2] (1.東北大学、2.東京大学大気海洋研究所)

[MIS12-P02] 不確実性を考慮したイベント堆積物の認定方法 -津波堆積物への適用-

*吉井 匠[1]、田中 姿郎[1]、伊藤 由紀[1]、濱田 崇臣[1]、松山 昌史[1] (1.（一財）電力中央研究所)

[MIS12-P03] 津波堆積物認定手法構築のためのイベント堆積物の調査

*田中 姿郎[1]、吉井 匠[1]、平田 康人[1]、濱田 崇臣[1]、松山 昌史[1]、伊藤 由紀[1] (1.一般財団法人電力中央研究所)

[MIS12-P04] 陸上津波堆積物に含まれるマッドクラストの側方変化

*高清水 康博[1]、伊藤 大智 (1.新潟大学)

[MIS12-P05] 岩手・宮城・福島県で確認された2011年東北津波堆積物を用いた津波土砂移動モデルの妥当性・感度評価

*楠本 聡[1]、Gusman Aditya[2]、佐竹 健治[1] (1.東京大学地震研究所、2.GNS Science)

[MIS12-P06] Paleotsunami History in Hachinohe, Aomori Prefecture, northern Japan

*Erick Velasco R.[1]、Kazuhisa Goto[2]、Takahiro Shinohara[1]、Daisuke Sugawara[3]、Yuichi Nishimura[4]、Takashi Chiba[5] (1.Earth Science Department, Graduate Faculty of Science, Tohoku Univ.、2.International Research Institute of Disaster Science (IRIDeS), Tohoku Univ.、3.Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka、4.Graduate School of Science, Hokkaido Univ.、5.Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural Univ.)

[MIS12-P07] 青森県むつ市関根浜におけるイベント堆積物の特徴とその給源

*石村 大輔[1]、青木 かおり[2] (1.首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室、2.首都大学東京火山災害研究センター)

[MIS12-P08] **北海道胆振東部地震（2018年9月6日）で形成された噴砂の構造と構成物**

*西村 裕一[1]、千葉 崇[2] (1.北海道大学大学院理学研究院、2.秋田県立大学生物資源科学部)

[MIS12-P09] 北海道・奥尻島南部の津波堆積物と津波波源の推定

*卜部 厚志[1]、加瀬 善洋[2]、川上 源太郎[2]、仁科 健二[2]、小安 浩理[2] (1.新潟大学災害・復興科学研究所、2.道総研・地質研究所)

[MIS12-P10] Inter-seismic and post-seismic tectonic movements detected during the 17th century earthquake and inferred from diatom analysis in Tokachi area, Hokkaido, Japan

*千葉 崇[1]、西村 裕一[2] (1.秋田県立大学生物資源科学部、2.北海道大学理学研究院)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

9:00 ~ 10:30 | A05 東京ベイ幕張ホール

[M-IS16] 火山噴煙・積乱雲のモデリングと観測

コンビーナ:佐藤 英一(気象研究所)、前野 深(東京大学地震研究所)、前坂 剛(防災科学技術研究所)、座長:佐藤 英一(気象研究所)

9:00 ~ 9:15

[MIS16-01] 異なるタイプの気象レーダによる火山噴煙柱の観測

★招待講演

*真木 雅之[1]、小堀 壮彦[1]、キム ユラ[1]、藤吉 康志[2]、佐藤 英一[3]、徳島 秀彦[4]、井口 正人[5] (1.鹿児島大学、2.北海道大学、3.気象研究所、4.FRCコーポレーション株式会社、5.京都大学)

9:15 ~ 9:30

[MIS16-02] 桜島におけるXバンドMPレーダーとライダー同時噴火観測と口永良部島噴火のレーダー観測

*中道 治久[1]、清水 厚[2]、下村 誠[1]、Syarifuddin Magfira[1]、井口 正人[1] (1.京都大学防災研究所火山活動研究センター、2.国立環境研究所地域環境研究センター)

9:30 ~ 9:45

[MIS16-03] 気象庁の気象レーダー網で観測した2018〜2019年口永良部島の噴煙・火山灰雲エコーについて

*佐藤 英一[1]、福井 敬一[2]、新堀 敏基[1] (1.気象研究所、2.気象庁)

9:45 ~ 10:00

[MIS16-04] 数値シミュレーションによる口永良部島火山の最近の爆発的噴火における噴煙の噴出条件の検討

*石峯 康浩[1]、及川 輝樹[2]、下司 信夫[2] (1.鹿児島大学地震火山地域防災センター、2.産業技術総合研究所地質調査総合センター)

10:00 ~ 10:15

[MIS16-05] 霧島新燃岳2011噴火の映像解析

*小堀 壮彦[1]、木下 紀正[1]、飯野 直子[2]、真木 雅之[1]、福島 誠治[1] (1.鹿児島大学、2.熊本大学)

10:15 ~ 10:30

[MIS16-06] 積乱雲発生の早期検知のための雲レーダーネットワーク

*前坂 剛[1]、大東 忠保[1]、岩波 越[1]、鈴木 真一[1]、出世 ゆかり[1]、櫻井 南海子[1] (1.防災科学技術研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_22

[M-IS16] 火山噴煙・積乱雲のモデリングと観測

コンビーナ:佐藤 英一(気象研究所)、前野 深(東京大学地震研究所)、前坂 剛(防災科学技術研究所)

[MIS16-P01] 新しい気象庁移流拡散モデルの開発

*新堀 敏基[1]、石井 憲介[1] (1.気象研究所火山研究部)

[MIS16-P02] 火山灰の移流拡散堆積過程における逆問題の数理的構造

*石井 憲介[1]、小屋口 剛博[2] (1.気象研究所火山研究部、2.東京大学地震研究所)

[MIS16-P03] 降下火砕物インバージョンに向けた火砕物供給源モデルの開発

*西條 祥[1]、小屋口 剛博[1]、鈴木 雄治郎[1] (1.東京大学地震研究所)

[MIS16-P04] 落下速度観測から推定された桜島ブルカノ式噴火の噴煙からの火山灰粒子分離高度と粒径分布

*瀧下 恒星[1]、井口 正人[2]、園田 忠臣[2] (1.京都大学大学院 理学研究科、2.京都大学防災研究所)

[MIS16-P05] 浅間山天明噴火降下軽石最大粒径の遠方への追跡： mmスケールの降下軽石の等最大粒径線を関東平野で描く試み

*竹内 晋吾[1]、上澤 真平[1] (1.一般財団法人　電力中央研究所 地球工学研究所 地圏科学領域)

[MIS16-P06] 衛星および地上リモートセンシングによる阿蘇火山2016年10月8日噴火前の噴煙活動評価

*森田 雅明[1] (1.産業技術総合研究所)

[MIS16-P07] Characteristics of polarimetric radar parameters of dry volcanic ash clouds

*Yura Kim[1]、Masayuki Maki[1]、Masato Iguchi[2]、Dong-In Lee[3] (1.Research and Education Center for Natural Hazards, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima, Japan、2.Sakurajima Volcano Research Center/DPRI, Kyoto University, Sakurajima, Kagoshima, Japan、3.Department of Atmospheric Sciences, Pukyong National University, Namgu, Busan, Republic of Korea)

[MIS16-P08] 気象レーダーを用いた汎用的噴煙解析手法の開発

*佐藤 英一[1]、千馬 竜太郎[2] (1.気象研究所、2.福岡管区気象台)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_40

[M-IS16] 火山噴煙・積乱雲のモデリングと観測

コンビーナ:佐藤 英一(気象研究所)、前野 深(東京大学地震研究所)、前坂 剛(防災科学技術研究所)

[MIS16-P01] 新しい気象庁移流拡散モデルの開発

*新堀 敏基[1]、石井 憲介[1] (1.気象研究所火山研究部)

[MIS16-P02] 火山灰の移流拡散堆積過程における逆問題の数理的構造

*石井 憲介[1]、小屋口 剛博[2] (1.気象研究所火山研究部、2.東京大学地震研究所)

[MIS16-P03] 降下火砕物インバージョンに向けた火砕物供給源モデルの開発

*西條 祥[1]、小屋口 剛博[1]、鈴木 雄治郎[1] (1.東京大学地震研究所)

[MIS16-P04] 落下速度観測から推定された桜島ブルカノ式噴火の噴煙からの火山灰粒子分離高度と粒径分布

*瀧下 恒星[1]、井口 正人[2]、園田 忠臣[2] (1.京都大学大学院 理学研究科、2.京都大学防災研究所)

[MIS16-P05] 浅間山天明噴火降下軽石最大粒径の遠方への追跡： mmスケールの降下軽石の等最大粒径線を関東平野で描く試み

*竹内 晋吾[1]、上澤 真平[1] (1.一般財団法人　電力中央研究所 地球工学研究所 地圏科学領域)

[MIS16-P06] 衛星および地上リモートセンシングによる阿蘇火山2016年10月8日噴火前の噴煙活動評価

*森田 雅明[1] (1.産業技術総合研究所)

[MIS16-P07] Characteristics of polarimetric radar parameters of dry volcanic ash clouds

*Yura Kim[1]、Masayuki Maki[1]、Masato Iguchi[2]、Dong-In Lee[3] (1.Research and Education Center for Natural Hazards, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima, Japan、2.Sakurajima Volcano Research Center/DPRI, Kyoto University, Sakurajima, Kagoshima, Japan、3.Department of Atmospheric Sciences, Pukyong National University, Namgu, Busan, Republic of Korea)

[MIS16-P08] 気象レーダーを用いた汎用的噴煙解析手法の開発

*佐藤 英一[1]、千馬 竜太郎[2] (1.気象研究所、2.福岡管区気象台)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

9:00 ~ 10:30 | 304 3F

[M-IS19] 古気候・古海洋変動

コンビーナ:岡崎 裕典(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、岡 顕(東京大学大気海洋研究所)、加 三千宣(愛媛大学沿岸環境科学研究センター)、長谷川 精(高知大学理工学部)、座長:長谷川 精

9:00 ~ 9:15

[MIS19-17] 広島県産石筍の安定酸素・凝集同位体に記録された18.1–4.5 kaの気温・降水変動史

*加藤 大和[1]、雨川 翔太[1]、狩野 彰宏[1] (1.東京大学大学院理学系研究科)

9:15 ~ 9:30

[MIS19-18] 日本の太平洋側から採取された石筍の安定同位体比と凝集同位体に記録された過去8万年の陸域古気候

*雨川 翔太[1]、加藤 大和[1]、狩野 彰宏[1]、柏木 健司[2]、森 大器[3]、仙田 量子[3]、沈 川州[4] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.富山大学大学院理工学研究部（理学）、3.九州大学地球社会統合科学府、4.国立台湾大学地球科学研究所)

9:30 ~ 9:45

[MIS19-19] 二枚貝イタヤガイ殻のLi/C a比と日輪解析から推定される植物プランクトンの季節変動

*近藤 康生[1]、本藤 脩太郎、長谷川 精[1]、西尾 嘉朗[1]、廣田 隆吉 (1.国立大学法人　高知大学)

9:45 ~ 10:00

[MIS19-20] Geological reconstruction of Antarctic Ice Sheet deglaciation on Soya Coast, East Antarctica since the Last Glacial Maximum

*川又 基人[1]、菅沼 悠介[2,1]、土井 浩一郎[2,1]、澤柿 教伸[3]、服部 晃久[1] (1.総合研究大学院大学　複合科学研究科　極域科学専攻、2.国立極地研究所、3.法政大学)

10:00 ~ 10:15

[MIS19-21] 南西太平洋ラウ海盆の遠洋性堆積物から復元された第四紀海水のOs同位体比とその全球的気候変動に対する示唆

*桑原 佑典[1]、安川 和孝[1,2]、藤永 公一郎[2,3]、野崎 達生[4,3,5,2]、大田 隼一郎[2,6,3]、佐藤 峰南[2,4]、木村 純一[6]、中村 謙太郎[1]、加藤 泰浩[3,1,2] (1.東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻、2.千葉工業大学 次世代海洋資源研究センター、3.東京大学大学院工学系研究科エネルギー・資源フロンティアセンター、4.国立研究開発法人海洋研究開発機構 海底資源研究開発センター、5.神戸大学大学院理学研究科惑星学専攻、6.国立研究開発法人海洋研究開発機構 地球内部物質循環研究分野)

10:15 ~ 10:30

[MIS19-22] 最終氷期最盛期とそれに続く急激な氷床成長および崩壊と海水準変動

*横山 祐典[1]、エサット テザー[9]、トンプソン ウィリアム[10]、トーマス アレクサンダー[11]、ウェブスター ジョディ[2]、宮入 陽介[1]、沢田 近子[1]、阿瀬 貴博[1]、松崎 浩之[1]、奥野 淳一[3]、ファロン スチュワート[9]、ブラガ フアンカルロス[12]、マーク ハンブレ[4]、井龍 康文[5]、ポッツ ドナルド[13]、藤田 和彦[6]、鈴木 淳[7]、菅 浩伸[8] (1.東京大学　大気海洋研究所 高解像度環境解析研究センター、2.シドニー大学　、3.国立極地研究所、4.名古屋大学、5.東北大学、6.琉球大学、7.産業技術総合研究所、8.九州大学、9.オーストラリア国立大学　地球科学研究所、10.ウッズホール海洋研究所、11.エジンバラ大学、12.グラナダ大学、13.カリフォルニア大学　サンタクルーズ校)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

10:45 ~ 12:15 | 304 3F

[M-IS19] 古気候・古海洋変動

コンビーナ:岡崎 裕典(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、岡 顕(東京大学大気海洋研究所)、加 三千宣(愛媛大学沿岸環境科学研究センター)、長谷川 精(高知大学理工学部)、座長:岡崎 裕典

10:45 ~ 11:00

[MIS19-23] 海洋堆積物から検出された長鎖アルケンジオンとその不飽和比：アルケノン生合成経路とその進化の解明にむけて

*風呂田 郷史[1]、中村 英人[2]、沢田 健[3] (1.海洋研究開発機構生物地球化学研究分野、2.大阪市立大学大学院理学研究科、3.北海道大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

11:00 ~ 11:15

[MIS19-24] **Geomorphic and pedogenic forcing on the distribution of organic matter from vegetation to soil- a concern for paleoenvironment studies**

*Biswajit Roy[1]、Kanva Goyal[1]、Prasanta Sanyal[1] (1.Indian Institute of Science Education Research Kolkata)

11:15 ~ 11:30

[MIS19-25] Sea surface salinity of the Kuroshio Current along the Nansei Islands in the mid-Holocene inferred from fossil corals

*岨 康輝[1]、本郷 宙軌[2]、田中 健太郎[3]、藤井 琢磨[4]、坂井 三郎[1]、山口 耕生[6,5] (1.国立研究開発法人 海洋研究開発機構、2.琉球大学、3.東京大学、4.鹿児島大学、5.東邦大学、6.NASA Astrobiology Institute)

11:30 ~ 11:45

[MIS19-26] 完新世初期における日本海への対馬暖流の周期的流入に関する海洋力学モデル

*磯辺 篤彦[1] (1.九州大学応用力学研究所)

11:45 ~ 12:00

[MIS19-27] 完新世におけるアリューシャン低気圧-偏西風ジェットの百年・千年規模変動

*長島 佳菜[1]、原田 尚美[1] (1.海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター)

12:00 ~ 12:15

[MIS19-28] **Monsoon-related errors in paleotemperature estimation based on leaf margin analysis in central Japan**

*Wang Yuqing[1]、Momohara Arata[1]、Huang Yongjiang[2] (1.Graduate School of Horticulture, Chiba University、2.Key Laboratory for Plant Diversity and Biogeography of East Asia, Kunming Institute of Botany, CAS)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_23

[M-IS19] 古気候・古海洋変動

コンビーナ:岡崎 裕典(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、岡 顕(東京大学大気海洋研究所)、加 三千宣(愛媛大学沿岸環境科学研究センター)、長谷川 精(高知大学理工学部)

[MIS19-P01] 氷室地球と温室地球の遷移期における地球軌道要素が表層環境に与えた影響

*池田 昌之[1] (1.静岡大学)

[MIS19-P02] 中国四川盆地白亜系陸成堆積物の後背地化学風化度と古気候の解析

*張 天逸[1]、萬谷 英暉[1]、太田 亨[1]、李 罡[2] (1.早稲田大学、2.南京地質古生物研究所)

[MIS19-P03] 米国グリーンリバー層に見られる湖成チャートの堆積リズムと湖生物生産との関係性

*隈 隆成[1]、長谷川 精[2]、山本 鋼志[1]、吉田 英一[1]、池田 昌之[3]、勝田 長貴[4]、Whiteside J.[5] (1.名古屋大学、2.高知大学、3.静岡大学、4.岐阜大学、5.Southampton大学)

[MIS19-P04] 秋田県矢島地域の中部中新統女川層にみられる堆積サイクルの抽出とサイクル層序

*吉岡 純平[1]、多田 隆治[1,3]、松崎 賢史[2]、多田 賢弘[1]、佐久間 杏樹[1]、梅宮 悠輔[1]、黒川 駿介 (1.東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、2.東京大学大気海洋研究所海洋底科学部門、3.雲南大学)

[MIS19-P05] 鮮新統安房層群安野層の古地磁気ー酸素同位体複合年代層序

*羽田 裕貴[1]、岡田 誠[1] (1.茨城大学理学部)

[MIS19-P06] 南シナ海北部, IODP Site U1499における鮮新世〜更新世の浮遊性有孔虫群集と古海洋

*北村 美月[1]、古澤 明輝[1]、林 広樹[1] (1.島根大学)

[MIS19-P07] 房総半島南端に分布する鮮新ー更新統千倉層群における浮遊性有孔虫化石群集を用いた水塊構造変動の復元

*岡田 誠[1]、長谷川 大輔[2] (1.茨城大学理学部理学科、2.茨城大学大学院理工学研究科)

[MIS19-P08] Centennial-scale bioproductivity changes during the earliest Middle-Pleistocene

*藤井 和香[1]、兵頭 政幸[1]、加藤 茂弘[2]、宮入 陽介[3]、山口 夢香[1]、横山 祐典[3] (1.神戸大学、2.兵庫県立人と自然の博物館、3.東京大学)

[MIS19-P09] 新しい古海洋プロキシの開発に向けた海綿骨針酸素同位体比分析

*若木 仁美[1]、井尻 暁[2]、池原 実[1]、Sangmin Hyun[3] (1.高知大学海洋コア総合研究センター、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、3.Korea Institute of Ocean Science & Technology)

[MIS19-P10] 人工知能を活用した微化石の自動分類・ピッキング装置

*板木 拓也[1]、平 陽介[2]、鍬守 直樹[2]、前林 利典[3]、竹島 哲[4]、戸谷 健二[4] (1.産業技術総合研究所、2.日本電気（株）、3.（株）マイクロサポート、4.三谷商事（株）)

[MIS19-P11] Towards reconstructing environmental conditions related to Australian Great Barrier Reef initiation

*オブラクタ スティーブン[1]、三輪 亘[1]、白井 厚太郎[2]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2]、ウェブスター ジョーディー[2,3]、ハイン アルバート[4] (1.秋田大学大学院国際資源学研究科、2.東京大学海洋研究所、3.シドニー大学、4.南フロリダ大学)

[MIS19-P12] An 8,000-year climate record from Lake Motosu, Japan: Implications for the East Asian Monsoon

マクドナルド セーラ[3]、タイラー ジョナサン[3]、*オブラクタ スティーブン[1]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2]、太田 耕輔[2] (1.秋田大学大学院国際資源学研究科、2.東京大学大気海洋研究所、3.アーデレード大学地球科学部)

[MIS19-P13] 後期更新世におけるモンゴル北部の環境変動復元：ダラハド盆地湖成層の化学分析

大野 優美子[1]、内藤 さゆり[1]、*勝田 長貴[1]、村上 拓馬[3]、落合 伸也[2]、長谷部 徳子[2]、川上 紳一[4] (1.岐阜大学教育学部、2.金沢大学環日本海域環境研究センター、3.公益財団法人北海道科学技術総合振興センター幌延地圏環境研究所、4.岐阜聖徳学園大学教育学部)

[MIS19-P14] モンゴル南西部オログ湖堆積物から復元される最終氷期〜完新世の古環境変動とホモ・サピエンス定着との関係性

*長谷川 精[1]、野間 七瀬[1]、勝田 長貴[2]、村山 雅史[3]、田村 亨[4]、出穂 雅実[5]、イチノロフ N.[6]、ダワドルジ D.[7]、長谷部 徳子[8]、笹岡 美穂[9]、岩井 雅夫[9] (1.高知大学理工学部、2.岐阜大学教育学部、3.高知大学農林海洋学部、4.産業総合研究所地質情報研究部門、5.首都大学東京人文社会学部、6.モンゴル科学アカデミー、7.モンゴル国立大学、8.金沢大学環日本海域環境研究センター、9.高知大学海洋コア総合研究センター)

[MIS19-P15] 堆積コア中の放散虫化石群集を用いた過去150万年間のオホーツク海水塊構造復元

*坂本 龍哉[1]、岡崎 裕典[1] (1.九州大学 理学部 地球惑星科学科)

[MIS19-P16] Silicoflagellate assemblages in the Okhotsk Sea during the interglacial periods

*江頭 一騎[1]、岡崎 裕典[2]、坂本 竜彦[3] (1.九州大学理学部地球惑星科学科、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3.三重大学)

[MIS19-P17] 氷期大西洋深層循環における風応力および海面熱境界条件の役割

*岡 顕[1]、外川 一記[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[MIS19-P18] 複数の古海洋モデルによって駆動した海洋循環モデルで推定されたLGMの黒潮の比較

*市川 兼匠[1]、楊 海燕[2]、郭 新宇[2]、宮澤 泰正[3] (1.愛媛大学 大学院 理工学研究科、2.愛媛大学沿岸環境科学研究センター、3.独立行政法人海洋研究開発機構)

[MIS19-P19] The changes of the Kuroshio path in the Northwest Pacific since 35ka

*Haiyan Yang[1]、Xinyu Guo[1]、Ayako Abe-Ouchi[2]、Yasumasa Miyazawa[3]、Sergey Varlamov[4]、Wing-Le Chan[2] (1.Center for Marine Environmental Studies, Ehime University、2.Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo、3.Research Institute for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、4.Application Laboratory, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

[MIS19-P20] 沖縄島洞穴遺跡産の淡水棲貝化石および鍾乳石による更新世後期の古気温復元

*浅海 竜司[1]、本堂 陸斗[2]、植村 立[3]、新城 竜一[3]、狩野 彰宏[4]、藤田 祐樹[5]、山崎 真治[6]、高柳 栄子[1]、井龍 康文[1] (1.東北大学大学院理学研究科、2.東北大学理学部、3.琉球大学理学部、4.東京大学大学院理学研究科、5.国立科学博物館、6.沖縄県立博物館・美術館)

[MIS19-P21] 最終退氷期のアラスカ湾における珪質鞭毛藻・渦鞭毛藻と融氷水との関係

*友川 明日香[1]、岡崎 裕典[1]、小野寺 丈尚太郎[2]、堀川 恵司[3] (1.九州大学理学部地球惑星科学科、2.海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター、3.富山大学大学院理工学研究部(理学))

[MIS19-P22] Application of the ramped pyrolysis ^{14}C dating to postglacial sediments from the Alaskan margin, Arctic Ocean

*鈴木 健太[1]、山本 正伸[1,2]、Brad Rosenheim[3]、大森 貴之[4]、Leonid Polyak[5] (1.北海道大学大学院環境科学院、2.北海道大学大学院地球環境科学研究院、3.南フロリダ大学海洋科学大学、4.東京大学総合研究博物館、5.オハイオ州立大学バード極地研究所)

[MIS19-P23] 浮魚類の個体数指標としての堆積物中環境DNAの利用可能性

*玉井 大道[1]、加 三千宣[2]、土居 秀幸[3]、源 利文[4] (1.愛媛大学大学院理工学研究科、2.愛媛大学沿岸環境科学研究センター、3.兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科、4.神戸大学大学院人間発達環境学研究科)

[MIS19-P24] 過去の海洋魚類群集を復元するための堆積物中魚類起源DNA抽出法の改善に関する研究

*倉田 純[1]、玉井 大道[2]、土居 秀幸[3]、源 利文[4]、加 三千宣[5] (1.愛媛大学理学部地球科学科、2.愛媛大学大学院理工学研究科、3.兵庫県立大学大学大学院シミュレーション学研究科、4.神戸大学大学院人間発達環境学研究科、5.愛媛大学沿岸環境科学センター)

[MIS19-P25] 東京湾海洋堆積物コアを用いた後期完新世における古水温変動の復元

*梶田 展人[1,2,3,4]、原田 尚美[5]、佐藤 都[5]、小川 奈々子[1]、横山 祐典[1,2,4]、沢田 近子[1]、宮入 陽介[1]、宇都宮 正志[3]、鈴木 淳[3]、川幡 穂高[1,2,3] (1.東京大学　大気海洋研究所、2.東京大学大学院　理学系研究科地球惑星科学専攻、3.産業技術総合研究所　地質調査総合センター　地質情報研究部門　、4.海洋研究開発機構　生物地球化学研究分野、5.海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター)

[MIS19-P26] 樹木年輪セルロースの酸素同位体比による立山の過去400年間の夏季モンスーン復元

*佐野 雅規[1]、森 滉太[1]、對馬 あかね[2]、李 貞[3]、安江 恒[4]、中塚 武[2,3] (1.早稲田大学人間科学学術院、2.名古屋大学、3.総合地球環境学研究所、4.信州大学)

[MIS19-P27] 珪藻分析を用いて復元された九州西岸池田池（大蛇池）の湖底堆積物中の過去4500年間のイベント性堆積物層

*鹿島 薫[1]、箕田 友和[1]、福本 侑[3]、原口 強[2]、山田 和芳[4] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.大阪市立大学大学院理学研究科、3.立命館大学、4.ふじのくに地球環境史ミュージアム)

[MIS19-P28] 完新世における別府湾の半遠洋性泥およびイベント砂の鉱物組成変動

*入野 智久[1]、丸山 亜伊莉[1]、池原 研[2]、山本 正伸[1]、加 三千宣[3] (1.北海道大学　大学院環境科学院、2.産業技術総合研究所　地質情報部門、3.愛媛大学　沿岸環境科学研究センター)

[MIS19-P29] 別府湾堆積物に保存された葉理の組成と年縞としての可能性

*鈴木 克明[1]、加 三千宣[2]、新井 和乃[3]、池原 研[4]、村山 雅史[3] (1.早稲田大学、2.愛媛大学、3.高知大学、4.産業技術総合研究所)

[MIS19-P30] 海洋大循環モデルによるPa/Thの全球シミュレーション

*佐々木 雄亮[1]、岡 顕[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[MIS19-P31] 古水温復元のための北太平洋珪質鞭毛藻データセット構築と堆積物コアへの応用

*岡崎 裕典[1]、西園 史彬[1]、谷崎 恭平[1] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

[MIS19-P32] 有明海堆積物中のマイクロプラスチック含量

園田 拓希[1]、*岡崎 裕典[1]、磯辺 篤彦[2] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.九州大学応用力学研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_41

[M-IS19] 古気候・古海洋変動

コンビーナ:岡崎 裕典(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、岡 顕(東京大学大気海洋研究所)、加 三千宣(愛媛大学沿岸環境科学研究センター)、長谷川 精(高知大学理工学部)

[MIS19-P01] 氷室地球と温室地球の遷移期における地球軌道要素が表層環境に与えた影響

*池田 昌之[1] (1.静岡大学)

[MIS19-P02] 中国四川盆地白亜系陸成堆積物の後背地化学風化度と古気候の解析

*張 天逸[1]、萬谷 英暉[1]、太田 亨[1]、李 罡[2] (1.早稲田大学、2.南京地質古生物研究所)

[MIS19-P03] 米国グリーンリバー層に見られる湖成チャートの堆積リズムと湖生物生産との関係性

*隈 隆成[1]、長谷川 精[2]、山本 鋼志[1]、吉田 英一[1]、池田 昌之[3]、勝田 長貴[4]、Whiteside J.[5] (1.名古屋大学、2.高知大学、3.静岡大学、4.岐阜大学、5.Southampton大学)

[MIS19-P04] 秋田県矢島地域の中部中新統女川層にみられる堆積サイクルの抽出とサイクル層序

*吉岡 純平[1]、多田 隆治[1,3]、松崎 賢史[2]、多田 賢弘[1]、佐久間 杏樹[1]、梅宮 悠輔[1]、黒川 駿介 (1.東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、2.東京大学大気海洋研究所海洋底科学部門、3.雲南大学)

[MIS19-P05] 鮮新統安房層群安野層の古地磁気ー酸素同位体複合年代層序

*羽田 裕貴[1]、岡田 誠[1] (1.茨城大学理学部)

[MIS19-P06] 南シナ海北部, IODP Site U1499における鮮新世〜更新世の浮遊性有孔虫群集と古海洋

*北村 美月[1]、古澤 明輝[1]、林 広樹[1] (1.島根大学)

[MIS19-P07] 房総半島南端に分布する鮮新ー更新統千倉層群における浮遊性有孔虫化石群集を用いた水塊構造変動の復元

*岡田 誠[1]、長谷川 大輔[2] (1.茨城大学理学部理学科、2.茨城大学大学院理工学研究科)

[MIS19-P08] Centennial-scale bioproductivity changes during the earliest Middle-Pleistocene

*藤井 和香[1]、兵頭 政幸[1]、加藤 茂弘[2]、宮入 陽介[3]、山口 夢香[1]、横山 祐典[3] (1.神戸大学、2.兵庫県立人と自然の博物館、3.東京大学)

[MIS19-P09] 新しい古海洋プロキシの開発に向けた海綿骨針酸素同位体比分析

*若木 仁美[1]、井尻 暁[2]、池原 実[1]、Sangmin Hyun[3] (1.高知大学海洋コア総合研究センター、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、3.Korea Institute of Ocean Science & Technology)

[MIS19-P10] 人工知能を活用した微化石の自動分類・ピッキング装置

*板木 拓也[1]、平 陽介[2]、鍬守 直樹[2]、前林 利典[3]、竹島 哲[4]、戸谷 健二[4] (1.産業技術総合研究所、2.日本電気（株）、3.（株）マイクロサポート、4.三谷商事（株）)

[MIS19-P11] Towards reconstructing environmental conditions related to Australian Great Barrier Reef initiation

*オブラクタ スティーブン[1]、三輪 亘[1]、白井 厚太郎[2]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2]、ウェブスター ジョーディー[2,3]、ハイン アルバート[4] (1.秋田大学大学院国際資源学研究科、2.東京大学海洋研究所、3.シドニー大学、4.南フロリダ大学)

[MIS19-P12] An 8,000-year climate record from Lake Motosu, Japan: Implications for the East Asian Monsoon

マクドナルド セーラ[3]、タイラー ジョナサン[3]、*オブラクタ スティーブン[1]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2]、太田 耕輔[2] (1.秋田大学大学院国際資源学研究科、2.東京大学大気海洋研究所、3.アーデレード大学地球科学部)

[MIS19-P13] 後期更新世におけるモンゴル北部の環境変動復元：ダラハド盆地湖成層の化学分析

大野 優美子[1]、内藤 さゆり[1]、*勝田 長貴[1]、村上 拓馬[3]、落合 伸也[2]、長谷部 徳子[2]、川上 紳一[4] (1.岐阜大学教育学部、2.金沢大学環日本海域環境研究センター、3.公益財団法人北海道科学技術総合振興センター幌延地圏環境研究所、4.岐阜聖徳学園大学教育学部)

[MIS19-P14] モンゴル南西部オログ湖堆積物から復元される最終氷期〜完新世の古環境変動とホモ・サピエンス定着との関係性

*長谷川 精[1]、野間 七瀬[1]、勝田 長貴[2]、村山 雅史[3]、田村 亨[4]、出穂 雅実[5]、イチノロフ N.[6]、ダワドルジ D.[7]、長谷部 徳子[8]、笹岡 美穂[9]、岩井 雅夫[9] (1.高知大学理工学部、2.岐阜大学教育学部、3.高知大学農林海洋学部、4.産業総合研究所地質情報研究部門、5.首都大学東京人文社会学部、6.モンゴル科学アカデミー、7.モンゴル国立大学、8.金沢大学環日本海域環境研究センター、9.高知大学海洋コア総合研究センター)

[MIS19-P15] 堆積コア中の放散虫化石群集を用いた過去150万年間のオホーツク海水塊構造復元

*坂本 龍哉[1]、岡崎 裕典[1] (1.九州大学 理学部 地球惑星科学科)

[MIS19-P16] Silicoflagellate assemblages in the Okhotsk Sea during the interglacial periods

*江頭 一騎[1]、岡崎 裕典[2]、坂本 竜彦[3] (1.九州大学理学部地球惑星科学科、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3.三重大学)

[MIS19-P17] 氷期大西洋深層循環における風応力および海面熱境界条件の役割

*岡 顕[1]、外川 一記[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[MIS19-P18] 複数の古海洋モデルによって駆動した海洋循環モデルで推定されたLGMの黒潮の比較

*市川 兼匠[1]、楊 海燕[2]、郭 新宇[2]、宮澤 泰正[3] (1.愛媛大学 大学院 理工学研究科、2.愛媛大学沿岸環境科学研究センター、3.独立行政法人海洋研究開発機構)

[MIS19-P19] The changes of the Kuroshio path in the Northwest Pacific since 35ka

*Haiyan Yang[1]、Xinyu Guo[1]、Ayako Abe-Ouchi[2]、Yasumasa Miyazawa[3]、Sergey Varlamov[4]、Wing-Le Chan[2] (1.Center for Marine Environmental Studies, Ehime University、2.Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo、3.Research Institute for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、4.Application Laboratory, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

[MIS19-P20] 沖縄島洞穴遺跡産の淡水棲貝化石および鍾乳石による更新世後期の古気温復元

*浅海 竜司[1]、本堂 陸斗[2]、植村 立[3]、新城 竜一[3]、狩野 彰宏[4]、藤田 祐樹[5]、山崎 真治[6]、高柳 栄子[1]、井龍 康文[1] (1.東北大学大学院理学研究科、2.東北大学理学部、3.琉球大学理学部、4.東京大学大学院理学研究科、5.国立科学博物館、6.沖縄県立博物館・美術館)

[MIS19-P21] 最終退氷期のアラスカ湾における珪質鞭毛藻・渦鞭毛藻と融氷水との関係

*友川 明日香[1]、岡崎 裕典[1]、小野寺 丈尚太郎[2]、堀川 恵司[3] (1.九州大学理学部地球惑星科学科、2.海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター、3.富山大学大学院理工学研究部(理学))

[MIS19-P22] Application of the ramped pyrolysis ^{14}C dating to postglacial sediments from the Alaskan margin, Arctic Ocean

*鈴木 健太[1]、山本 正伸[1,2]、Brad Rosenheim[3]、大森 貴之[4]、Leonid Polyak[5] (1.北海道大学大学院環境科学院、2.北海道大学大学院地球環境科学研究院、3.南フロリダ大学海洋科学大学、4.東京大学総合研究博物館、5.オハイオ州立大学バード極地研究所)

[MIS19-P23] 浮魚類の個体数指標としての堆積物中環境DNAの利用可能性

*玉井 大道[1]、加 三千宣[2]、土居 秀幸[3]、源 利文[4] (1.愛媛大学大学院理工学研究科、2.愛媛大学沿岸環境科学研究センター、3.兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科、4.神戸大学大学院人間発達環境学研究科)

[MIS19-P24] 過去の海洋魚類群集を復元するための堆積物中魚類起源DNA抽出法の改善に関する研究

*倉田 純[1]、玉井 大道[2]、土居 秀幸[3]、源 利文[4]、加 三千宣[5] (1.愛媛大学理学部地球科学科、2.愛媛大学大学院理工学研究科、3.兵庫県立大学大学大学院シミュレーション学研究科、4.神戸大学大学院人間発達環境学研究科、5.愛媛大学沿岸環境科学センター)

[MIS19-P25] 東京湾海洋堆積物コアを用いた後期完新世における古水温変動の復元

*梶田 展人[1,2,3,4]、原田 尚美[5]、佐藤 都[5]、小川 奈々子[1]、横山 祐典[1,2,4]、沢田 近子[1]、宮入 陽介[1]、宇都宮 正志[3]、鈴木 淳[3]、川幡 穂高[1,2,3] (1.東京大学　大気海洋研究所、2.東京大学大学院　理学系研究科地球惑星科学専攻、3.産業技術総合研究所　地質調査総合センター　地質情報研究部門　、4.海洋研究開発機構　生物地球化学研究分野、5.海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター)

[MIS19-P26] 樹木年輪セルロースの酸素同位体比による立山の過去400年間の夏季モンスーン復元

*佐野 雅規[1]、森 滉太[1]、對馬 あかね[2]、李 貞[3]、安江 恒[4]、中塚 武[2,3] (1.早稲田大学人間科学学術院、2.名古屋大学、3.総合地球環境学研究所、4.信州大学)

[MIS19-P27] 珪藻分析を用いて復元された九州西岸池田池（大蛇池）の湖底堆積物中の過去4500年間のイベント性堆積物層

*鹿島 薫[1]、箕田 友和[1]、福本 侑[3]、原口 強[2]、山田 和芳[4] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.大阪市立大学大学院理学研究科、3.立命館大学、4.ふじのくに地球環境史ミュージアム)

[MIS19-P28] 完新世における別府湾の半遠洋性泥およびイベント砂の鉱物組成変動

*入野 智久[1]、丸山 亜伊莉[1]、池原 研[2]、山本 正伸[1]、加 三千宣[3] (1.北海道大学　大学院環境科学院、2.産業技術総合研究所　地質情報部門、3.愛媛大学　沿岸環境科学研究センター)

[MIS19-P29] 別府湾堆積物に保存された葉理の組成と年縞としての可能性

*鈴木 克明[1]、加 三千宣[2]、新井 和乃[3]、池原 研[4]、村山 雅史[3] (1.早稲田大学、2.愛媛大学、3.高知大学、4.産業技術総合研究所)

[MIS19-P30] 海洋大循環モデルによるPa/Thの全球シミュレーション

*佐々木 雄亮[1]、岡 顕[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[MIS19-P31] 古水温復元のための北太平洋珪質鞭毛藻データセット構築と堆積物コアへの応用

*岡崎 裕典[1]、西園 史彬[1]、谷崎 恭平[1] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

[MIS19-P32] 有明海堆積物中のマイクロプラスチック含量

園田 拓希[1]、*岡崎 裕典[1]、磯辺 篤彦[2] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.九州大学応用力学研究所)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

13:45 ~ 15:15 | 303 3F

[M-IS26] 南北両極のサイエンスと大型研究

コンビーナ:野木 義史(国立極地研究所)、中村 卓司(国立極地研究所)、杉本 敦子(北海道大学 北極域研究センター)、杉山 慎(北海道大学低温科学研究所)、座長:末吉 哲雄(国立極地研究所)、野木 義史(国立極地研究所)

13:45 ~ 14:00

[MIS26-01] Antarctic Circumpolar Interdisciplinary Survey - ACIS

★Invited Papers

*Robin Elizabeth Bell[1]、Kirsteen Tinto[1]、Xiaojun Yuan[1] (1.Lamont Doherty Earth Observatory of Columbia University)

14:00 ~ 14:15

[MIS26-02] 「大型研究計画に関するマスタープラン」における極域科学の提案について

*中村 卓司[1]、杉本 敦子[2]、杉山 慎[2]、野木 義史[1]、末吉 哲雄[1] (1.国立極地研究所、2.北海道大学)

14:15 ~ 14:30

[MIS26-03] グリーンランドおよび南極氷床の質量収支変動の理解に向けて

青木 輝夫[1,2,4]、庭野 匡思[4]、*末吉 哲雄[2,3] (1.岡山大学、2.情報・システム研究機構　国立極地研究所、3.国立研究開発法人 海洋研究開発機構、4.気象研究所)

14:30 ~ 14:45

[MIS26-04] **Modelling Perspective for the Past and Future tipping points of ice-sheets and climate**

*阿部 彩子[1,2,3]、齋藤 冬樹[2]、小長谷 貴志[1]、Greve Ralf[4]、シェリフ多田野 サム[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.JAMSTEC、3.国立極地研究所、4.北海道大学)

14:45 ~ 15:00

[MIS26-05] 氷床変動に起因する海水準上昇予測 －無人・遠隔技術を活用した極域研究拠点形成－

*田村 岳史[1]、奥野 淳一[1]、菅沼 悠介[1]、末吉 哲雄[1]、野木 義史[1]、中村 卓司[1] (1.国立極地研究所)

15:00 ~ 15:15

[MIS26-06] Future Research Plan in the Polar region

*野木 義史[1]、末吉 哲雄[1]、中村 卓司[1] (1.国立極地研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_24

[M-IS26] 南北両極のサイエンスと大型研究

コンビーナ:野木 義史(国立極地研究所)、中村 卓司(国立極地研究所)、杉本 敦子(北海道大学 北極域研究センター)、杉山 慎(北海道大学低温科学研究所)

[MIS26-P01] Towards sustained ice–ocean observation network of East Antarctica

*青木 茂[1]、田村 岳史[2]、巻 俊宏[3]、杉山 慎[1] (1.北海道大学、2.国立極地研究所、3.東京大学)

[MIS26-P02] 南極とグリーンランドにおける深層アイスコア掘削

*川村 賢二[1,2,3]、東 久美子[1,2]、藤田 秀二[1,2]、中澤 文男[1,2]、大藪 幾美[1]、本山 秀明[1,2]、阿部 彩子[4,3] (1.情報・システム研究機構　国立極地研究所、2.総合研究大学院大学、3.海洋研究開発機構、4.東京大学)

[MIS26-P03] **南極大陸棚から深海底におけるコアーサイスミック統合解析から探る氷床・海氷・底層水の形成史解読**

*池原 実[1]、板木 拓也[2]、藤井 昌和[3] (1.高知大学海洋コア総合研究センター、2.産業技術総合研究所、3.国立極地研究所)

[MIS26-P04] 海水準変動予測に対する氷床-固体地球の相互作用の影響

*奥野 淳一[1,2]、野木 義史[1,2] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学)

[MIS26-P05] International organization's science plan and Japan's Arctic policy

*兒玉 裕二[1]、大畑 哲夫[1] (1.国立極地研究所)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_42

[M-IS26] 南北両極のサイエンスと大型研究

コンビーナ:野木 義史(国立極地研究所)、中村 卓司(国立極地研究所)、杉本 敦子(北海道大学 北極域研究センター)、杉山 慎(北海道大学低温科学研究所)

[MIS26-P01] Towards sustained ice–ocean observation network of East Antarctica

*青木 茂[1]、田村 岳史[2]、巻 俊宏[3]、杉山 慎[1] (1.北海道大学、2.国立極地研究所、3.東京大学)

[MIS26-P02] 南極とグリーンランドにおける深層アイスコア掘削

*川村 賢二[1,2,3]、東 久美子[1,2]、藤田 秀二[1,2]、中澤 文男[1,2]、大藪 幾美[1]、本山 秀明[1,2]、阿部 彩子[4,3] (1.情報・システム研究機構　国立極地研究所、2.総合研究大学院大学、3.海洋研究開発機構、4.東京大学)

[MIS26-P03] **南極大陸棚から深海底におけるコアーサイスミック統合解析から探る氷床・海氷・底層水の形成史解読**

*池原 実[1]、板木 拓也[2]、藤井 昌和[3] (1.高知大学海洋コア総合研究センター、2.産業技術総合研究所、3.国立極地研究所)

[MIS26-P04] 海水準変動予測に対する氷床-固体地球の相互作用の影響

*奥野 淳一[1,2]、野木 義史[1,2] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学)

[MIS26-P05] International organization's science plan and Japan's Arctic policy

*兒玉 裕二[1]、大畑 哲夫[1] (1.国立極地研究所)

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-AG 応用地球科学

10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_11

[M-AG38] Satellite Land Physical Processes Monitoring at Medium/High/Very High Resolution

コンビーナ:Jean-Claude Roger(University of Maryland College Park)、Shinichi Sobue(Japan Aerospace Exploration Agency)、Eric Vermote(NASA Goddard Space Flight Center)

[MAG38-P01] Improving the AVHRR LTDR BRDF correction

*Jose Luis Villaescusa[1,2]、Belen Franch[1,2]、Jean-Claude Roger[1,2]、Eric Vermote[2] (1.University of Maryland College Park、2.NASA Goddard Space Flight Center)

[MAG38-P02] Winter wheat yield model based on remote sensing data

*Belen Franch[1,2]、Eric Vermote[2,1]、Sergii Skakun[1,2]、Jean-Claude Roger[1,2]、Inbal Becker-Reshef[1]、Chris Justice[1] (1.Department of Geographical Sciences, University of Maryland、2.NASA Goddard Space Flight Center)

[MAG38-P03] Agricultural monitoring from Optical and SAR data

*Andrés Eduardo Santamaría-Artigas[1,2]、Sergii Skakun[1,2]、Belen Franch[1,2]、Jean-Claude Roger[1,2]、Eric Vermote[2] (1.University of Maryland College Park、2.NASA Goddard Space Flight Center)

[MAG38-P04] **Eco-hydrological modeling using field-based and Earth Observations to assess water use efficiency and support agricultural water resources management**

pierre Guillevic[2,1]、*Jean-Claude Roger[1,2] (1.University of Maryland, College Park, USA、2.NASA Goddard Space flight Center, Greenbelt, USA)

[MAG38-P05] Detecting and quantifying forest dynamics using SAR time-series data in Indonesia

*Pedro Rodriguez-Veiga[1,2,3]、Narumasa Tsutsumida[3] (1.Centre for Landscape and Climate Research, University of Leicester, Leicester, UK、2.NERC National Centre for Earth Observation (NCEO), Leicester, UK、3.Graduate School of Global Environmental Studies, Kyoto University, Japan)

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-AG 応用地球科学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_43

[M-AG38] Satellite Land Physical Processes Monitoring at Medium/High/Very High Resolution

コンビーナ:Jean-Claude Roger(University of Maryland College Park)、Shinichi Sobue(Japan Aerospace Exploration Agency)、Eric Vermote(NASA Goddard Space Flight Center)

[MAG38-P01] Improving the AVHRR LTDR BRDF correction

*Jose Luis Villaescusa[1,2]、Belen Franch[1,2]、Jean-Claude Roger[1,2]、Eric Vermote[2] (1.University of Maryland College Park、2.NASA Goddard Space Flight Center)

[MAG38-P02] Winter wheat yield model based on remote sensing data

*Belen Franch[1,2]、Eric Vermote[2,1]、Sergii Skakun[1,2]、Jean-Claude Roger[1,2]、Inbal Becker-Reshef[1]、Chris Justice[1] (1.Department of Geographical Sciences, University of Maryland、2.NASA Goddard Space Flight Center)

[MAG38-P03] Agricultural monitoring from Optical and SAR data

*Andrés Eduardo Santamaría-Artigas[1,2]、Sergii Skakun[1,2]、Belen Franch[1,2]、Jean-Claude Roger[1,2]、Eric Vermote[2] (1.University of Maryland College Park、2.NASA Goddard Space Flight Center)

[MAG38-P04] **Eco-hydrological modeling using field-based and Earth Observations to assess water use efficiency and support agricultural water resources management**

pierre Guillevic[2,1]、*Jean-Claude Roger[1,2] (1.University of Maryland, College Park, USA、2.NASA Goddard Space flight Center, Greenbelt, USA)

[MAG38-P05] Detecting and quantifying forest dynamics using SAR time-series data in Indonesia

*Pedro Rodriguez-Veiga[1,2,3]、Narumasa Tsutsumida[3] (1.Centre for Landscape and Climate Research, University of Leicester, Leicester, UK、2.NERC National Centre for Earth Observation (NCEO), Leicester, UK、3.Graduate School of Global Environmental Studies, Kyoto University, Japan)

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-AG 応用地球科学

13:45 ~ 15:15 | 302 3F

[M-AG38] Satellite Land Physical Processes Monitoring at Medium/High/Very High Resolution

コンビーナ:Jean-Claude Roger(University of Maryland College Park)、Shinichi Sobue(Japan Aerospace Exploration Agency)、Eric Vermote(NASA Goddard Space Flight Center)、座長:Jean-Claude Roger、Eric Vermote

13:50 ~ 14:05

[MAG38-01] 15-years of LSA-SAF/Eumetsat satellite-derived albedo products: method for retrieval validation, and recent advances using neural networks during spectral integration

*Florian Pinault[1]、Dominique Carrer[1]、Xavier Ceamanos[1]、Gabriel Lellouch[1]、Catherine Meurey[1]、Suman Moparthy[1]、Chloé Vincent[1]、Sandra Coelho[2]、Isabel Trigo[2] (1.Météo France, CNRM-GAME, UMR3589, Toulouse, France、2.IPMA, Lisbon, Portugal)

14:05 ~ 14:20

[MAG38-02] **Toward a Consistent Land Long Term Climate Data Records from Large Field of View Polar Orbiting Earth Observation Satellites**

*Eric Vermote[1]、Jean-Claude Roger[1,2]、Belen Franch[1,2]、Christopher Justice[2]、Ivan Csiszar[3]、Sadashiva Devadiga[1]、Edward Masuoka[1] (1.NASA Goddard Space Flight Center、2.University of Maryland, Dept. of Geographical Sciences、3.NOAA/NESDIS/STAR)

14:20 ~ 14:35

[MAG38-03] **LaSRC Cloud Detection Algorithm for Landsat 8 and Sentinel-2 Data**

*Sergii Skakun[1]、Eric Vermote[2]、Jean-Claude Roger[1] (1.University of Maryland College Park、2.NASA Goddard Space Flight Center)

14:35 ~ 14:50

[MAG38-04] **Aerosol models for the validation of Surface Reflectances for MODIS, VIIRS, Landsat-8, Sentinel-2 from LaSRC**

*Jean-Claude Roger[1,2]、Eric Vermote[2]、Sergii Skakun[1,2]、Belen Franch[1,2]、Georgia Doxani[4]、William Rountree[1,2]、Ferran Gascon[4]、chris justice[1]、oleg dubovik[3]、Brent holben[2] (1.University of Maryland, College Park, USA、2.NASA Goddard Space flight Center, Greenbelt, USA、3.LOA, University of Lille, Villeneuve d'Ascq, France、4.ESA, Frascati, Italy)

14:50 ~ 15:05

[MAG38-05] Quantity and spatial distribution of aboveground biomass carbon in Colombia’s forest

*Pedro Rodriguez-Veiga[1,2]、Adriana Paola Barbosa-Herrera[3]、Edersson Cabrera[3]、Gustavo Galindo[3]、Valentin Louis[1]、Pilar Lozano[3]、Pacheco-Pascagaza Ana Maria[1]、Indira Pachon-Cendales[3]、Salinas Nelso Ricardo[3]、Heiko Balzter[1,2] (1.Centre for Landscape and Climate Research, University of Leicester, Leicester, UK、2.NERC National Centre for Earth Observation (NCEO), Leicester, UK、3.Institute of Hydrology, Meteorology and Environmental Studies (IDEAM), Bogota, Colombia)

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-AG 応用地球科学

15:30 ~ 17:00 | 201B 2F

[M-AG38] Satellite Land Physical Processes Monitoring at Medium/High/Very High Resolution

コンビーナ:Jean-Claude Roger(University of Maryland College Park)、Shinichi Sobue(Japan Aerospace Exploration Agency)、Eric Vermote(NASA Goddard Space Flight Center)、座長:Sergii Skakun(University of Mrayland, USA)、Eric Vermote

15:35 ~ 15:50

[MAG38-06] Introduction of GCOM-C/SGLI Leaf Area Index & Fraction of Absorbed Photosynthetically Active Radiation products

*小林 利行[1]、本多 嘉明[2]、小野 祐作[2]、小林 秀樹[3]、Wei Yang[2]、永井 信[3]、秋津 朋子[4]、奈佐原 顕郎[4]、宮崎 理紗[1]、堀 雅裕[1]、村上 浩[1] (1.国立研究開発法人　宇宙航空研究開発機構、2.千葉大学環境リモートセンシング研究センター、3.国立研究開発法人　海洋研究開発機構、4.筑波大学)

15:50 ~ 16:05

[MAG38-07] **35-years of Land Surface Albedo and 15-years of Down-Welling Short-Wave Radiation Retrievals from Satellites through the EUMETSAT/LSA-SAF and ECMWF/C3S projects**

*Dominique Carrer[1]、Florian Pinault[1]、Iskander Benhadj[2]、Xavier Ceamanos[1]、Sandra Coelho[3]、Gabriel Lellouch[1]、Catherine Meurey[1]、Suman Moparthy[1]、Else Swinnen[2]、Chloé Vincent[1]、Isabel Trigo[3] (1.Meteo France, CNRM, France、2.VITO, Belgium、3.IPMA, Portugal)

16:05 ~ 16:20

[MAG38-08] **Integrating the satellite-based biophysical model and environmental zonation scheme to estimate rice yield gap in Northeast China**

*Jiahua Zhang[1,3]、Jingwen Wang[1,2,3] (1.Institute of Remote Sensing and Digital Earth, Chinese Academy of Sciences、2.University of Chinese Academy of Sciences、3.Aerospace Information Research Institute, Chinese Academy of Sciences)

16:20 ~ 16:35

[MAG38-09] Landsat-based Phenological Classification Mapping in Japan

*堤田 成政[1]、永井 信[2]、Pedro Rodriguez-Veiga[3,4,1]、三浦 知昭[5] (1.京都大学大学院地球環境学堂、2.海洋研究開発機構 地球環境観測研究センター、3.Centre for Landscape and Climate Research, University of Leicester、4. National Centre for Earth Observation, University of Leicester、5.Department of Natural Resources and Environmental Management University of Hawaii at Manoa)

16:35 ~ 16:50

[MAG38-10] **Incorporating satellite-retrieved canopy nitrogen content into the biophysical process model for estimating crop yield and N fertilizer recommendation**

*Jingwen Wang[1,2,3]、Jiahua Zhang[1,3] (1.Institute of Remote Sensing and Digital Earth, Chinese Academy of Sciences、2.University of Chinese Academy of Sciences、3.Aerospace Information Research Institute, Chinese Academy of Sciences)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-AG 応用地球科学

10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_12

[M-AG39] 海洋地球インフォマティクス

コンビーナ:坪井 誠司(海洋研究開発機構)、高橋 桂子(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、金尾 政紀(国立極地研究所)、松岡 大祐(海洋研究開発機構)

[MAG39-P01] 地球シミュレータによる大気海洋プロダクトの産業流通における課題

*角田 晋也[1]、西村 一[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[MAG39-P02] GANSEKI：JAMSTEC深海底岩石サンプルキュレーションの長期的展望

*富山 隆將[1] (1.海洋研究開発機構)

[MAG39-P03] Running global seismic waveform simulation on Windows10

*坪井 誠司[1] (1.海洋研究開発機構)

[MAG39-P04] Synthetic seismograms of explosive sources calculated by the Earth Simulator

*坪井 誠司[1] (1.海洋研究開発機構)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-AG 応用地球科学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_44

[M-AG39] 海洋地球インフォマティクス

コンビーナ:坪井 誠司(海洋研究開発機構)、高橋 桂子(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、金尾 政紀(国立極地研究所)、松岡 大祐(海洋研究開発機構)

[MAG39-P01] 地球シミュレータによる大気海洋プロダクトの産業流通における課題

*角田 晋也[1]、西村 一[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[MAG39-P02] GANSEKI：JAMSTEC深海底岩石サンプルキュレーションの長期的展望

*富山 隆將[1] (1.海洋研究開発機構)

[MAG39-P03] Running global seismic waveform simulation on Windows10

*坪井 誠司[1] (1.海洋研究開発機構)

[MAG39-P04] Synthetic seismograms of explosive sources calculated by the Earth Simulator

*坪井 誠司[1] (1.海洋研究開発機構)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-AG 応用地球科学

13:45 ~ 15:15 | A10 東京ベイ幕張ホール

[M-AG39] 海洋地球インフォマティクス

コンビーナ:坪井 誠司(海洋研究開発機構)、高橋 桂子(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、金尾 政紀(国立極地研究所)、松岡 大祐(海洋研究開発機構)、座長:松岡 大祐、坪井 誠司

13:45 ~ 14:00

[MAG39-01] Future direction of Marine Earth Informatics

*高橋 桂子[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

14:00 ~ 14:15

[MAG39-02] 深層学習によるカメラ画像からの気象情報の抽出

*杉山 大祐[1]、大西 領[1]、筆保 弘徳[2] (1.国立研究開発法人 海洋研究開発機構、2.横浜国立大学)

14:15 ~ 14:30

[MAG39-03] Automatic detection of weather front around Japan using deep convolutional neural network

*松岡 大祐[1,2]、杉本 志織 [1]、中川 友進[1]、荒木 文明[1]、川原 慎太郎[1]、尾上 洋介[4]、飯山 将晃[3]、小山田 耕二[3] (1.海洋研究開発機構、2.科学技術振興機構、3.日本大学、4.京都大学)

14:30 ~ 14:45

[MAG39-04] Detection of multiple earthquakes by using theoretical seismograms as training dataset of machine learning

*坪井 誠司[1]、杉山 大祐[1] (1.海洋研究開発機構)

14:45 ~ 15:00

[MAG39-05] Classification with imbalanced cloud data using deep convolutional neural network

*松岡 大祐[1,2]、中野 満寿男[1]、杉山 大祐[1]、内田 誠一[3] (1.海洋研究開発機構、2.科学技術振興機構、3.九州大学)

15:00 ~ 15:15

[MAG39-06] discussion

*坪井 誠司[1] (1.海洋研究開発機構)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-AG 応用地球科学

15:30 ~ 17:00 | A10 東京ベイ幕張ホール

[M-AG39] 海洋地球インフォマティクス

コンビーナ:坪井 誠司(海洋研究開発機構)、高橋 桂子(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、金尾 政紀(国立極地研究所)、松岡 大祐(海洋研究開発機構)、座長:坪井 誠司、松岡 大祐

15:30 ~ 15:50

[MAG39-07] Farmed fish management: integration of observation and simulation

★Invited Papers

*西川 悠[1] (1.国立研究開発法人　海洋研究開発機構)

15:50 ~ 16:05

[MAG39-08] **Q-factor estimation for Greenland ice sheet using 3-D seismic waveform modeling**

*豊国 源知[1]、竹中 博士[2]、小松 正直[2]、高木 涼太[1]、金尾 政紀[3]、坪井 誠司[4] (1.東北大・理・予知セ、2.岡山大、3.極地研、4.JAMSTEC)

16:05 ~ 16:20

[MAG39-09] CLCL: CAVELib Compatible Library for Head-mounted Displays

*川原 慎太郎[1] (1.海洋研究開発機構)

16:20 ~ 16:35

[MAG39-10] Super-Resolution Simulation for Real-Time Prediction of Urban Micrometeorology

*大西 領[1]、杉山 大祐[1]、松田 景吾[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

16:35 ~ 16:50

[MAG39-11] 人間活動による排熱を上手に放出し街の暑熱環境を改善する手法

*杉山 徹[1]、仝 瀟然[2]、吉田 聡[2]、佐土原 聡[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構 地球情報基盤センター、2.横浜国立大学　大学院都市イノベーション研究院)

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-AG 応用地球科学

9:00 ~ 10:30 | 202 2F

[M-AG40] CTBT IMS Technologies for Detecting Nuclear Explosion and Their Applications to Earth Science

コンビーナ:Nurcan Meral　Ozel(Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization)、松本 浩幸(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、直井 洋介(国立研究開発法人日本原子力研究開発機構)、座長:Nurcan Meral Özel(Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization)、松本 浩幸(海洋研究開発機構)、鎌谷 紀子(東京大学地震研究所)

9:00 ~ 9:15

[MAG40-01] Japanese Contributions and Collaborations for IMS Technologies and the Verification Regime

*Nurcan Meral Ozel[1]、David Jepsen[1]、Naoko Nakashima[1]、Hideaki Komiyama[1]、Hiroyuki Matsumoto[1,2] (1.Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization (CTBTO)、2.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC))

9:15 ~ 9:30

[MAG40-02] 日本における地震波による核実験探知の研究

★招待講演

*鎌谷 紀子[1] (1.東京大学地震研究所)

9:30 ~ 9:45

[MAG40-03] Waveform Analysis on Induced Earthquakes after the 2017 Nuclear Test and Detected Mining Events in DPRK

*本橋 昌志[1]、藤井 孝成[1]、乙津 孝之[1] (1.一般財団法人日本気象協会)

9:45 ~ 10:00

[MAG40-04] Submarine volcanoes and where to find them: Harnessing IMS hydroacoustic data

★Invited Papers

*Dirk Metz[1] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

10:00 ~ 10:15

[MAG40-05] **CTBT検証技術における希ガス監視の重要性と高崎放射性核種監視観測所での観測結果**

*山本 洋一[1]、木島 佑一[1]、冨田 豊[1] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構)

10:15 ~ 10:30

[MAG40-06] 日本で検出された放射性キセノンに関するATM解析結果

*木島 佑一[1]、山本 洋一[1]、冨田 豊[1] (1.国立研究開発法人　日本原子力研究開発機構)

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-AG 応用地球科学

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_25

[M-AG40] CTBT IMS Technologies for Detecting Nuclear Explosion and Their Applications to Earth Science

コンビーナ:Nurcan Meral　Ozel(Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization)、松本 浩幸(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、直井 洋介(国立研究開発法人日本原子力研究開発機構)

[MAG40-P01] Overview of the Japanese National Data Centre-1 (NDC-1)

*江村 亮平[1]、乙津 孝之[1]、坂本 豊実[1]、岩田 総司[1]、藤井 孝成[1]、野上 麻美[1]、岩國 真紀子[1]、本橋 昌志[1] (1.一般財団法人日本気象協会)

[MAG40-P02] Challenging to utilize the infrasound technologies for civil and science application

*本橋 昌志[1]、新井 伸夫[2]、乙津 孝之[1]、野上 麻美[1]、岩國 真紀子[1]、江村 亮平[1] (1.一般財団法人日本気象協会、2.名古屋大学減災連携研究センター)

[MAG40-P03] CTBT IMS hydroacoustic signal detections from the Ioto volcanic island in the northwest Pacific Ocean

*Hiroyuki Matsumoto[1,2]、Mario Zampolli[1]、Georgios Haralabus[1]、Jerry Stanley[1]、James Mattila[1]、Nurcan Meral Ozel[1] (1.Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization (CTBTO)、2.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC))

[MAG40-P04] Installation of a floating hydrophone system within the SOFAR channel

*杉岡 裕子[1]、大林 政行[2] (1.神戸大学、2.海洋研究開発機構)

[MAG40-P05] 日本海溝海底地震津波観測網（S-net）によるナガスクジラの鳴音探知

*中村 武史[1]、岩瀬 良一[2] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[MAG40-P06] Implementation of integrated observation from seafloor through atmosphere – past, current, and future plans

*有吉 慶介[1]、永野 憲[1]、松本 浩幸[1]、ヌルジャン オゼル[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization)

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-AG 応用地球科学

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_45

[M-AG40] CTBT IMS Technologies for Detecting Nuclear Explosion and Their Applications to Earth Science

コンビーナ:Nurcan Meral　Ozel(Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization)、松本 浩幸(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、直井 洋介(国立研究開発法人日本原子力研究開発機構)

[MAG40-P01] Overview of the Japanese National Data Centre-1 (NDC-1)

*江村 亮平[1]、乙津 孝之[1]、坂本 豊実[1]、岩田 総司[1]、藤井 孝成[1]、野上 麻美[1]、岩國 真紀子[1]、本橋 昌志[1] (1.一般財団法人日本気象協会)

[MAG40-P02] Challenging to utilize the infrasound technologies for civil and science application

*本橋 昌志[1]、新井 伸夫[2]、乙津 孝之[1]、野上 麻美[1]、岩國 真紀子[1]、江村 亮平[1] (1.一般財団法人日本気象協会、2.名古屋大学減災連携研究センター)

[MAG40-P03] CTBT IMS hydroacoustic signal detections from the Ioto volcanic island in the northwest Pacific Ocean

*Hiroyuki Matsumoto[1,2]、Mario Zampolli[1]、Georgios Haralabus[1]、Jerry Stanley[1]、James Mattila[1]、Nurcan Meral Ozel[1] (1.Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization (CTBTO)、2.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC))

[MAG40-P04] Installation of a floating hydrophone system within the SOFAR channel

*杉岡 裕子[1]、大林 政行[2] (1.神戸大学、2.海洋研究開発機構)

[MAG40-P05] 日本海溝海底地震津波観測網（S-net）によるナガスクジラの鳴音探知

*中村 武史[1]、岩瀬 良一[2] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[MAG40-P06] Implementation of integrated observation from seafloor through atmosphere – past, current, and future plans

*有吉 慶介[1]、永野 憲[1]、松本 浩幸[1]、ヌルジャン オゼル[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization)

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

10:45 ~ 12:15 | 202 2F

[M-TT49] インフラサウンド及び関連波動が繋ぐ多圏融合地球物理学の新描像

コンビーナ:山本 真行(高知工科大学　システム工学群)、市原 美恵(東京大学地震研究所)、新井 伸夫(名古屋大学減災連携研究センター)、座長:山本 真行(高知工科大学)、齊藤 大晶(高知工科大学)

10:45 ~ 11:00

[MTT49-01] 海洋-大気系におけるインフラサウンド波の２段階増幅機構

★招待講演

*品川 裕之[1] (1.国立研究開発法人情報通信研究機構)

11:00 ~ 11:15

[MTT49-02] Propagation of infrasound generated by an explosive eruption of Mt. Shinmoedake on 10 March 2018

*齊藤 大晶[1]、山本 哲生[2]、山本 真行[1] (1.高知工科大学 システム工学群、2.北海道大学)

11:15 ~ 11:30

[MTT49-03] Infrasound observations of atmospheric disturbances due to a sequence of 2018 explosive volcano eruptions in Japan.

*Mario Batubara[1]、Masa-yuki Yamamoto[1]、Saito Hiroaki[1] (1.Kochi University of Technology)

11:30 ~ 11:45

[MTT49-04] 建物内に設置された微気圧計と地震計で同時観測された地震波形についてPart2

*岩國 真紀子[1]、新井 伸夫[2]、乙津 孝之[1]、本橋 昌志[1]、坂本 豊実[1]、藤井 孝成[1]、江村 亮平[1]、野上 麻美[1]、村山 貴彦[1]、大井 拓磨[3] (1.一般財団法人　日本気象協会、2.名古屋大学減災連携研究センター、3.東邦マーカンタイル株式会社)

11:45 ~ 12:00

[MTT49-05] HFドップラーにより観測された台風・竜巻に伴う電離圏変動

★招待講演

*中田 裕之[1]、益子 竜一[1]、大矢 浩代[1]、鷹野 敏明[1]、細川 敬祐[2]、冨澤 一郎[3]、長尾 大道[4] (1.千葉大学大学院融合理工学府、2.電気通信大学大学院情報理工学研究科、3.電気通信大学宇宙・電磁環境研究センター、4.東京大学地震研究所)

12:00 ~ 12:15

[MTT49-06] Two-year infrasound monitoring by using a prefectural-level sensor network in Kochi

*山本 真行[1] (1.高知工科大学　システム工学群)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_26

[M-TT49] インフラサウンド及び関連波動が繋ぐ多圏融合地球物理学の新描像

コンビーナ:山本 真行(高知工科大学　システム工学群)、市原 美恵(東京大学地震研究所)、新井 伸夫(名古屋大学減災連携研究センター)

[MTT49-P01] 2018/12/22アナク・クラカタウの活動についてCTBT微気圧振動監視施設(I06AU)で観測された微気圧振動波形

*岩國 真紀子[1]、新井 伸夫[2]、乙津 孝之[1]、本橋 昌志[1]、藤井 孝成[1]、野上 麻美[1]、村山 貴彦[1]、大井 拓磨[3] (1.一般財団法人日本気象協会、2.名古屋大学減災連携研究センター、3.東邦マーカンタイル株式会社)

[MTT49-P02] 『平成30年北海道胆振東部地震』によって発生したインフラサウンドを検知した2点のCTBTO観測点から推測される発生場所の特定化の試み

*野上 麻美[1]、乙津 孝之[1]、村山 貴彦[1]、本橋 昌志[1]、岩國 真紀子[1] (1.一般財団法人　日本気象協会)

[MTT49-P03] 大気中での爆風圧の定量評価及び低周波音/可聴音伝搬特性の直接計測

*安河内 祐輔[1]、山本 真行[1]、齊藤 大晶[1] (1.高知工科大学大学院)

[MTT49-P04] 極域における超低周波音とオーロラ活動との関係性の事例調査

*大畑 遥[1]、山本 真行[1] (1.高知県公立大学法人高知工科大学)

[MTT49-P05] 複数種類インフラサウンドセンサを用いた同時観測のためのデータ運用基盤の開発

*井上 祐一郎[1]、山本 真行[1] (1.高知県公立大学法人高知工科大学)

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_46

[M-TT49] インフラサウンド及び関連波動が繋ぐ多圏融合地球物理学の新描像

コンビーナ:山本 真行(高知工科大学　システム工学群)、市原 美恵(東京大学地震研究所)、新井 伸夫(名古屋大学減災連携研究センター)

[MTT49-P01] 2018/12/22アナク・クラカタウの活動についてCTBT微気圧振動監視施設(I06AU)で観測された微気圧振動波形

*岩國 真紀子[1]、新井 伸夫[2]、乙津 孝之[1]、本橋 昌志[1]、藤井 孝成[1]、野上 麻美[1]、村山 貴彦[1]、大井 拓磨[3] (1.一般財団法人日本気象協会、2.名古屋大学減災連携研究センター、3.東邦マーカンタイル株式会社)

[MTT49-P02] 『平成30年北海道胆振東部地震』によって発生したインフラサウンドを検知した2点のCTBTO観測点から推測される発生場所の特定化の試み

*野上 麻美[1]、乙津 孝之[1]、村山 貴彦[1]、本橋 昌志[1]、岩國 真紀子[1] (1.一般財団法人　日本気象協会)

[MTT49-P03] 大気中での爆風圧の定量評価及び低周波音/可聴音伝搬特性の直接計測

*安河内 祐輔[1]、山本 真行[1]、齊藤 大晶[1] (1.高知工科大学大学院)

[MTT49-P04] 極域における超低周波音とオーロラ活動との関係性の事例調査

*大畑 遥[1]、山本 真行[1] (1.高知県公立大学法人高知工科大学)

[MTT49-P05] 複数種類インフラサウンドセンサを用いた同時観測のためのデータ運用基盤の開発

*井上 祐一郎[1]、山本 真行[1] (1.高知県公立大学法人高知工科大学)

[J] 口頭発表 | セッション記号 U (ユニオン)：ユニオン

2019年5月30日(木) 9:00 ~ 10:30 | 国際会議室 2F

[U-06] 100周年を迎えるIUGGへの日本の貢献

コンビーナ:中田 節也(研究開発法人 防災科学技術研究所)、佐竹 健治(東京大学地震研究所)、東 久美子(国立極地研究所)、座長:東 久美子(国立極地研究所)、中田 節也(防災科研)

国際測地学・地球物理学連合（IUGG）は国際学術会議(ISC)にある40ユニオンの一つで，2019年に創設100周年を迎える。IUGGは地球内部や周辺に関する研究の促進と調整を行っている。IUGGには，８つ研究分野（雪氷，測地，電磁気，水文，気象，海洋，地震，火山，それぞれIACS, IAG, IAGA, IAHS, IAMAS, IAPSO,IASPEI, IAVCEI）のアソシエーションが存在し，それぞれ準自治的，かつ，お互いに連携しながら活発な活動を展開している。また，IUGGは自然災害の軽減、環境保全などの社会的ニーズに応える研究を奨励している。日本学術会議地球惑星科学委員会にあるIUGG分科会とその傘下の８小委員会は，IUGGの国内委員会として，これらの連合やアソシエーションへの日本の代表としての機能も果たしている。
　本セッションではIUGGが100周年を迎えるに当たって，IUGGの地球科学における役割，日本の研究者がIUGGになすべき貢献について各アソシエーションに関係する研究者が意見交換する。

9:00 ~ 9:20

[U06-01] **Centennial of the International Cooperation in Earth and Space Sciences**

★Invited Papers

*Alik Ismail-Zadeh[1,2,3] (1.Karlsruhe Institute of Technology、2.International Union of Geodesy and Geophysics、3.International Science Council)

9:20 ~ 9:40

[U06-02] IUGGと日本：過去、現在とこれからの方向

★招待講演

*河野 長[1] (1.東京工業大学)

9:40 ~ 9:55

[U06-03] 地球惑星科学分野の国際連携活動への日本学術会議の貢献

*中村 尚[1] (1.東京大学先端科学技術研究センター)

9:55 ~ 10:15

[U06-04] History and Japanese contribution to the International Association of Cryospheric Sciences IACS

★Invited Papers

*Ralf Greve[1] (1.Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University)

10:15 ~ 10:30

[U06-05] **IAGへの日本の貢献**

*福田 洋一[1] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地球物理学教室)

Centennial of the International Cooperation in Earth and Space Sciences

*Alik Ismail-Zadeh[1,2,3]

1. Karlsruhe Institute of Technology, 2. International Union of Geodesy and Geophysics, 3. International Science Council

The International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG) was established in 1919 under the umbrella of the International Research Council (later ICSU, and now the International Science Council) as one of the unions to promote activities of existing associations dealing with geodesy, terrestrial magnetism and electricity, hydrology, meteorology, physical oceanography, seismology, volcanology. This presentation describes the origin and the development of the Union for the last century and until today. During the initial period (1919-1939), the number of member countries increased from nine founding Member countries to 35 Member countries; general assemblies were held every three years, each in a different international venue, and the number of delegates attending the assemblies increased from a few dozen to several hundred scientists. The World War II (WWII) interrupted the cooperation, and international scientific activities were resumed in 1946. The Union continued cooperation with many international scientific organizations of ICSU, and began cooperation with new intergovernmental organizations such as UNESCO and the World Meteorological Organization, and their programs. The technologies developed during the WWII were brought to bear in the extraordinary global scientific effort that was the International Geophysical Year (1957-1958). Changes in the geopolitical landscape brought about changes in the IUGG’ s structure. International campaigns encompassing multiple disciplines became commonplace, and international scientific bodies were organized. At the beginning of the 21st century IUGG added an eighth association on cryospheric sciences, developed new grants, science education, and recognition programs, and added new commissions on geophysical risk & sustainability, climatic & environmental change, data & information, and planetary sciences to existing commissions on mathematical geophysics and study of the Earth’ s deep interior. IUGG has been initiating, developing, and implementing international cooperative programs, setting scientific standards, developing research tools, educating and building capacity, and contributing to science for policy. Today, IUGG is a vibrant modern scientific union of 72 nations and scientists from all over the world promoting research, linking scientific knowledge to societal needs, and working toward a sustainable Earth.

Keywords: international cooperation, IUGG, Earth and space sciences

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

IUGGと日本：過去、現在とこれからの方向
IUGG and Japan: the past, the present, and the way to go from now

*河野 長[1]
*Masaru Kono[1]

1. 東京工業大学
1. Tokyo Institute of Technology

国際測地学地球物理学連合（IUGG）は1919年に創立、1922年に第1回の総会を開催した。以来これまで100年の歴史を刻んだわけだが、日本は9か国存在する創立以来の加盟国の一つである。創立時に日本を代表して出席したのは田中館愛橘東大教授で、彼は初代のIUGG Vice-Presidentにも選ばれている（1919－1922）。以来、戦後の一時期は敗戦国として総会に参加できない期間があったが、それを除けば日本は常にIUGGの強力なサポーターであったと思う。

戦後の冷戦の時代には、東西の科学者が一堂に会する機会は非常に限られており、そういう中でIUGGなどの国際科学組織は極めて重要な役割を担っていた。特に1957－58年に実施された国際地球観測年（IGY）は共同観測事業やデータ交換などを通じて、地球規模の諸現象を解明するために各国が協力した、きわめて意義の大きいものであった。日本もロケット観測など最新の技術を用いて国際計画に参加したが、中でも南極観測を各国の同意を得て開始したことは、日本の国際社会への復帰を印象付けるものであった。

以来数十年がたったが、この間IUGGの地位の低下が著しい。IUGGの総会は4年に1度で参加者は3000－4000人程度であるが、AGUのFall Meetingは毎年開催され、近年では3万人程度の参加者を集め、学問的レベルも極めて高い。AGUばかりでなくEGUやIpGUなどもそれぞれ1万人以上の参加者があり、いずれも引用度数の多い雑誌も抱えており、今や学問の面ではIUGGが競うことは無理のように思われる。

こうした中で、IUGGのような国際組織はどのような方向を目指すべきだろうか。一つの方向は一国ないし一地域だけでは取り扱いが不可能な地球全体の問題に取り組むことであろう。例えば地球温暖化の問題などはこのカテゴリーに入るであろう。現在この問題に対応する国際科学組織はIPCCであるが、そこに参加している科学者たちはIUGGのいくつかの協会（IAMAS, IAPSO, IAHSなど）にも関係を持っている。もう一つは科学的に重要であるが、一国の中で考えると関係する研究者が少なく適切な組織が存在しない場合である。この例としてはSEDIを挙げることが出来よう。これは核など地球深部に関する研究者が地震学、地球電磁気学などの分野を越えて集まる場を提供しており、分野横断型であることも学問的成果を上げるのに貢献している。

キーワード：IUGG、国際協力、今後の方向
Keywords: IUGG, International cooperation, Way to go from now

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地球惑星科学分野の国際連携活動への日本学術会議の貢献
Contributions from the Science Council of Japan to international cooperation in the field of Earth and planetary science

*中村 尚[1]
*Hisashi Nakamura[1]

1. 東京大学先端科学技術研究センター
1. Research Center for Advanced Science and Technology, University of Tokyo

日本学術会議（SCJ）は1949年の設立以来，国際科学会議(ICSU；現国際学術会議ISC)の正式メンバーとして，理工系，生物･医学系，人文社会系の全分野において，国際連携推進への多様な取り組みを行っている。実際，SCJの予算が年々削減を被る中，国際関係は削減を免れた数少ない分野である。特に，地球惑星科学分野の研究遂行には国際協力が不可欠であることから，ICSUは国際地球観測年(IGY, 1957-58)，第4回国際極観測年(IPY，2007-08)などの活動を強く推進するとともに，IUGG（国際測地学・地球物理学連合）など同分野に深く関わる12の国際学術団体をもメンバーに迎え入れてきた。この枠組の下，日本政府からの拠出金がSCJ経由で出されてこれら国際学術団体の活動を支えるとともに，SCJ内の地球惑星科学委員会の下に12の国際対応分科会・小委員会が設けられ，国際学術団体の執行委員会等への代表委員の派遣や役員の推薦，関連する国内の学協会の活動との連携が図られている。さらには，SCJ国際委員会の審査・承認を経て，国際学術団体やその下部組織が日本で主催する科学総会をSCJ共催として財政支援する仕組もあり，IUGG関連では2017年神戸開催のIAG-IASPEI合同総会が記憶に新しい。SCJが設置する30の分野別委員会の１つに過ぎない地球惑星科学委員会が，SCJ経由での拠出金支給対象の国際学術団体43のうち実に28%を当委員会が抱えており，我々の国際連携活動がSCJから如何に大きな支援を得ているかが分かる。本講演では，地球惑星科学分野を中心に，SCJの国際連携活動について幅広く紹介する。

キーワード：日本学術会議、国際連携、国際測地学・地球物理学連合
Keywords: Science Council of Japan, international cooperation, IUGG

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

History and Japanese contribution to the International Association of Cryospheric Sciences IACS

*Ralf Greve[1]

1. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

The International Association of Cryospheric Sciences, or IACS, is the eighth association of the International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG), launched by the IUGG Council on 2007-07-04. Despite being the latest of the IUGG associations, IACS looks back on a history of 125 years, starting with the International Commission on Glaciers (Commission Internationale des Glaciers) founded in 1894. It then evolved via the International Commission of Snow and Ice (ICSI) of the International Association of Hydrological Sciences (IAHS) and the transitional Union Commission for the Cryospheric Sciences (UCCS) into its current constitution as an independent IUGG association, recognizing the increased importance of cryospheric sciences within the context of Global Change. In this presentation, we will outline the history of IACS and its precursor organizations, describe the current activities of IACS and highlight the Japanese links with IACS in the form of contributions to its governance, divisions and research activities.

Keywords: IUGG, IACS, Cryosphere, Cryospheric sciences, Earth sciences

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

IAGへの日本の貢献
Japan's Contributions to IAG

*福田 洋一[1]
*Yoichi Fukuda[1]

1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地球物理学教室
1. Department of Geophysics, Graduate School of Science, Kyoto University

IAG (International Association of Geodesy)の歴史は、19世紀中頃の中央ヨーロッパでの孤長測量に関連した国際プロジェクトにまで遡り、1864年にはベルリンでその初の総会が開催されている。IUGG (International Union of Geodesy and Geophysics)の 第1回総会は1922年にローマで開催されたが、IAGは、当初からIUGGを構成していた5協会の１つであり、IUGGの名前が示すように、その中でも特別な位置付にあったと言える。

測地学の歴史は紀元前のエラトステネスによる地球の大きさの測定にまで遡るが、その後もそれぞれの時代の要請に応じて発展してきた。さまざまな科学技術が高度に発展した現代にあって、測地学の目的は「測地学の三本柱」と呼ばれる「地球の形状、重力場、地球回転」および、これらの時間的変化を決めることとされているが、少し言葉を変えれば、「測地基準系、地球重力場、地球回転パラメータ」を維持・提供することである。IUGGの中でのIAGの役割、あるいは測地学の現代社会へのもっとも重要な貢献も、突詰めればここにあると言えるであろう。現在、IAGが最も注力していることの一つであるGGOS (Global Geodetic Observing System) は、その傘下にIAGのさまざまサービスを束ねることで、これら最も基本的な情報の提供と、それに必要なインフラストラクチャを持続的に発展させることを目指しているが、これは上記の目的を達成する具体的な手段といえるであろう。

具体的な例として、全球的な測地基準系を与えるITRF (International Terrestrial Reference Frames)は、宇宙測地技術を基に、IAGのサービスの一つであるIERS (International Earth Rotation and Reference Systems Service)が維持・供給しているが、ITRFは地殻変動や海面上昇など地球科学的な研究はもちろん、すべての位置情報の基準として社会生活にとっても欠かせないものとなっている。また、地球重力場の情報は、IGFS (International Gravity Field Service) により重力データやそのメタデータとして提供され、IGETS（International Geodynamics and Earth Tide Service)では、高精度な重力の時系列データが、ICGEM　(International Centre for Global Earth Models)では、さまざまな地球重力場モデルに加え、GRACEによる地球重力場の時系列モデルも統一的に提供している。重力の時系列データによる質量移動の情報は、グローバルな水循環や氷床変動などの研究に欠かせなくなっていることは周知のとおりであり、地球環境研究にも大きく貢献している。さらに地球回転パラメータの一つであるLOD （Length of Day)　は、時計(UTC)の管理・維持に欠かせないものであると同時に、地球科学的には、地球表層流体と固体地球の相互作用や地球深部流体核のダイナミクスと密接に関連した大変重要な情報を与えてくれる。

このように現代測地学は現代社会のインフラとしての重要な役割を果たしており、他の地球惑星科学の広い分野と密接な関係をもっているが、そのことはIUGGのジョイント・セッションの多くにIAGが関わっていることにも伺われる。本講演では、以上のような観点から、現在のIAGの組織構造やその役割について紹介し、歴史的な部分も含め我が国のIAGへの貢献について述べる。

キーワード：国際測地学協会、GGOS
Keywords: International Association of Geodesy, GGOS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 U (ユニオン)：ユニオン

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | 国際会議室 2F

[U-06] 100周年を迎えるIUGGへの日本の貢献

コンビーナ:中田 節也(研究開発法人 防災科学技術研究所)、佐竹 健治(東京大学地震研究所)、東 久美子(国立極地研究所)、座長:東 久美子(国立極地研究所)、佐竹 健治(東京大学地震研究所)

国際測地学・地球物理学連合（IUGG）は国際学術会議(ISC)にある40ユニオンの一つで，2019年に創設100周年を迎える。IUGGは地球内部や周辺に関する研究の促進と調整を行っている。IUGGには，８つ研究分野（雪氷，測地，電磁気，水文，気象，海洋，地震，火山，それぞれIACS, IAG, IAGA, IAHS, IAMAS, IAPSO,IASPEI, IAVCEI）のアソシエーションが存在し，それぞれ準自治的，かつ，お互いに連携しながら活発な活動を展開している。また，IUGGは自然災害の軽減、環境保全などの社会的ニーズに応える研究を奨励している。日本学術会議地球惑星科学委員会にあるIUGG分科会とその傘下の８小委員会は，IUGGの国内委員会として，これらの連合やアソシエーションへの日本の代表としての機能も果たしている。
　本セッションではIUGGが100周年を迎えるに当たって，IUGGの地球科学における役割，日本の研究者がIUGGになすべき貢献について各アソシエーションに関係する研究者が意見交換する。

10:45 ~ 11:00

[U06-06] 国際会議飽和時代のIAGA活動

*家森 俊彦[1] (1.京都大学)

11:00 ~ 11:15

[U06-07] 水分野における教育研究・社会的要請に果たすIAHSの役割と将来展望

*辻村 真貴[1] (1.筑波大学生命環境系)

11:15 ~ 11:30

[U06-08] 大気科学の100年：その成果と今後の課題

*中島 映至[1] (1.宇宙航空研究開発機構)

11:30 ~ 11:45

[U06-09] IAPSOへのわが国の貢献

*升本 順夫[1] (1.東京大学大学院理学系研究科)

11:45 ~ 12:00

[U06-10] IASPEIの活動と歴史ならびに日本の貢献

*佐竹 健治[1]、Lay Thorne[2]、Schweitzer Johannes[3] (1.東京大学地震研究所、2.IASPEI会長、3.IASPEI事務局長)

12:00 ~ 12:15

[U06-11] 日本におけるIAVCEIの最近の歴史、および、IUGGとIAVCEIに対する若手研究者の反応

*中田 節也[1] (1.研究開発法人 防災科学技術研究所)

国際会議飽和時代のIAGA活動
IAGA activities in the era of too many international conferences

*家森 俊彦[1]
*Toshihiko Iyemori[1]

1. 京都大学
1. Kyoto University

21世紀に入り、AGUだけではなく、EGU やAOGSなどの国際学会が大規模化し、世界の研究者にとって、主要な研究発表の場となった。科学研究費による外国出張が容易になったことも相俟って、我が国の地球電磁気学・超高層物理学分野の研究者の多くは、最先端の研究情報の発信と収集のため、これらの会議に出席・発表する傾向が強まった。これらの大規模学会だけではなく、テーマ毎あるいは、分野横断型の国際会議の数も多くなり、かつてIAGAが地球電磁気学・超高層物理学分野の各国の代表的研究者が一堂に会する国際学会として果たしてきた役割も変化せざるを得ない。発表では、21世紀に入って以降のIAGA活動および我が国の貢献について振り返る。

キーワード：地球電磁気学・超高層物理学、国際学会
Keywords: geomagnetism and aeronomy, international conference

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

水分野における教育研究・社会的要請に果たすIAHSの役割と将来展望
The role of IAHS in education, research, social issues concerning water and future perspective

*辻村 真貴[1]
*Maki Tsujimura[1]

1. 筑波大学生命環境系
1. Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

IAHS (International Association of Hydrological Sciences；国際水文科学協会) は、1922年に欧州6カ国の水文研究者、技術者による会合に端を発し、現在はIUGG傘下の学協会として会員約5500人、10個の委員会、3つのワーキンググループを擁する。4年に1回開催されるIAHS Scientific Assemblyにおける発表論文をまとめたIAHS PublicationはRed bookと呼ばれ、いくつもの重要な論文が掲載されてきた。また、1993年のScientific Assemblyは横浜において開催されるとともに、2001年にはアジア地域から初めて竹内邦良・山梨大学名誉教授が会長に選出されるなど、我が国はIAHSにおいて重要な位置を占めてきた。

委員会は、Continental Erosion、Coupled Land-Atmosphere Systems、Groundwater、Remote Sensing、Statistical Hydrology、Snow and Ice Hydrology、Surface Water、Tracers、Water Quality、Water Resources Systemsからなり、水文学における主要な分野を包括している。また、2013年より、ワーキンググループ“PANTA RHEI –Change in Hydrology and Society”が、変化の著しい水循環システムと人間システムとの関係性に注目し、開始された。

我が国のIAHS小委員会は、日本ユネスコIHP (International Hydrological Programme) 国内委員会と連携しつつ、2012年10月にはJapan Water 2012：水に関する国際研究・教育プログラムへの日本からの発信ー若手研究者のキャリアアップとジャパン・イニシアティブーと題したシンポジウムを開催し、産官学連携による水関連の研究推進と人材育成について議論を行った。また、2017年より水文・水資源学会、日本地下水学会、日本水文科学会、および陸水物理研究会の共同により、日本惑星科学連合とパートナーシップにある学術誌として、Hydrological Research Letters (HRL) を発刊することになった。さらに、2019年3月には両委員会が共催し、IAEA (International Atomic Energy Agency) によるRegional Training Course on Isotopic Data Processing and Interpretation –Hands on Exercisesを、我が国において開催する。

一方、国内外における関連学協会および大学・研究機関を取り巻く環境変化等に伴い、IAHSおよびその国内委員会の果たす役割も変化を求められている。IHP国内委員会との連携強化、若手人材育成とキャリアパス開拓への貢献等が重要な課題として考えられる。

キーワード：国際水文科学協会
Keywords: IAHS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大気科学の100年：その成果と今後の課題
Centenary of the atmospheric sciences: Its progress and future issues

*中島 映至[1]
*Teruyuki Nakajima[1]

1. 宇宙航空研究開発機構
1. Japan Aerospace Exploration Agency

IUGG（国際測地学及び地球物理学連合）の協会の一つであるIAMAS（国際気象学・大気科学協会）は、2019年にIUGGとともに設立後100周年を迎える。７月にモントリオールで開かれるIUGG総会等における記念行事や記念事業が行われる予定である。大気科学は、人類の生活に関わる様々な気象現象に関わる科学として古くから発展して来た。その成果にも社会に関わる重要な問題が多い。特に過去100年間には、気象予測基盤の確立、地球温暖化問題やオゾンホールなどの環境問題などへの対応などの大きな発展があり、その俯瞰は、我々が将来何をしてゆくべきかについて多くの示唆を得ることができる。本発表では、このような大気科学の過去と未来について語りたい。特に、この時代は、気候と環境変化の顕在化、災害の増加に伴って、観測と現象の理解がますます必要となっており、社会科学との協働などの他圏との協働などの課題が多い。その点についても議論したい。

キーワード：大気科学、100 years
Keywords: Atmospheric sciences, 100 years

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

IAPSOへのわが国の貢献
Contributuins of Japan to IAPSO

*升本 順夫[1]
*Yukio Masumoto[1]

1. 東京大学大学院理学系研究科
1. Graduate School of Science, The University of Tokyo

国際海洋物理科学協会（IAPSO）は、国際測地学及び地球物理学連合（IUGG）に加盟している８学協会のなかで、海洋とその境界領域に関する広義の海洋物理科学研究を推進し、国際協力による海洋研究を促進・調整することを目的としている。その実現のため、2年に一度、学術総会を開催し、委員会やワーキンググループを通じた活動を進めるとともに、ユネスコの政府間海洋学委員会（IOC）や国際学術会議（ICS）傘下の海洋研究科学委員会（SCOR）とも緊密に連携している。

IAPSO学術総会には、日本の海洋科学コミュニティーから毎回多くの研究者が参加し、研究発表や議論を活発に行なっている。近年では、海洋の乱流混合過程や極域の海洋科学、西岸境界流の力学、津波、大気海洋系気候変動、インド洋の調査研究、海洋酸性化などのセッションにて、日本の研究者らがセッション提案をするとともに、多くの研究発表を通じて海洋物理科学の発展に貢献している。エルニーニョ/南方振動やインド洋ダイポール現象の理解への貢献により、2015年にThe Prince Albert I Medalが山形俊男氏に授与されたことは、日本の研究者による海洋科学研究の発展への功績が認められた一例として挙げられる。

また、若干のブランクがあるものの、半世紀以上にわたり日本の研究者がIAPSO執行委員を務めており、そのうち約20年間で副議長、さらに2003年からの4年間は今脇資郎氏が議長を務めるなど、IAPSOの運営にも大きく貢献して来た。現在は日比谷紀之氏が執行委員として活躍中である。

近年、地球環境変化への社会の関心の深まりとともに、海洋科学の裾野は物理学だけでなく生物地球化学分野にも大きく拡がっている。国連総会決議による「持続可能な開発のための海洋科学の10年」が2021年に始まろうとしている折から、わが国の研究者もより広い視野を持って研究を展開し、IAPSOやIUGGを通じた国際連携を更に促進する必要がある。

キーワード：海洋科学、国際海洋物理科学協会、持続可能な開発のための海洋科学の10年
Keywords: Ocean Sciences, IAPSO, the Decade of Ocean Science for Sustainable Development

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

IASPEIの活動と歴史ならびに日本の貢献
IASPEI- activities, history and Japan’s contribution

*佐竹 健治[1]、Lay Thorne[2]、Schweitzer Johannes [3]
*Kenji Satake[1], Thorne Lay[2], Johannes Schweitzer[3]

1. 東京大学地震研究所、2. IASPEI会長、3. IASPEI事務局長
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 2. IASPEI President , 3. IASPEI Secretary General

IASPEI (International Association of Seismology and Physics of the Earth’s Interior,国際地震学・地球内部物理学協会)はIUGG傘下の8つの協会の一つであり，震源，地震波の伝播，地球の内部構造・物性・プロセスなどの研究を推進している．IASPEIには以下の7つの委員会がある：地震観測と解釈，テクトノフィジックスと地殻構造，地震発生過程ー物理・モデリング・予測のためのモニタリング，地球内部構造とジオダイナミクス，地震ハザード・リスク・強震動，地震の震源メカニクス，教育とアウトリーチ．さらに，IASPEIの特徴として，ヨーロッパ（ESC, 1951年設立），アジア（ASC, 1996年設立），アフリカ（AfSC, 2011年設立），ラテンアメリカ（LACSC, 2013年設立）の地域毎の協会があり，それぞれが隔年に学会やトレーニングコースを開催している．

地震学は各地における地震現象やその影響についての記載的学問としてスタートした．各国の地震学に関する学会は，スイス（1878年），イタリア（1879），日本（1880年）で設立された．1889年に日本の地震からの地震波がドイツで記録されたことから，地震学は国際的になり，初の国際地震学会が1901年にStrasbourg（現在はフランス，当時はドイツ）で開催され，日本を含む8か国からの参加があった．1904年にはInternational Seismological Society（国際地震学協会）が設立され，1922年にはIUGGの一部となった．その後，1930年にIAS, 1951年にIASPEIと名称が変更になった．

IASPEIの重要な役割は地震観測の標準の設定，すなわち地震波の相の名前，検測方法や地震観測網の改善などであり，それらはManual of Seismological Observatory Practice（地震観測マニュアル）として刊行されている（最新版は2012年）．これらのIASPEI標準に基づいた地震のブレティン（観測データ）はInternational Seismological Centreが発行している．IASPEIはiasp91やak135といった全球的な地震波速度構造モデルも提供してきた．地球上の震源分布や標準的な内部構造モデルは，プレートテクトニクスや地球内部の構造やダイナミクスなどの研究のための基礎的なデータとしての役割を果たしてきた．IASPEIはまた，地震前兆現象に関して刊行された論文について，ピアレビューと評価を行ったこともある．このほか，地震学解析ソフトやInternational Handbook of Earthquake and Engineering Seismologyを刊行してきた．

IASPEI は，世界中のデジタル地震観測網の設置・維持を行う団体の組織FDSN (International Federation of Digital Seismograph Networks)や，地震学的手法も使って核実験探知を行うCTBTO (Comprehensive Test-Ban Treaty Organization)とも強く連携している．さらにIUGG内の他の協会との共同委員会，例えば，ILP (International Lithosphere Project), 津波，火山，衛星測地学の小委員会．も設置・サポートしている．

日本国内では，学術会議IUGG分科会のIASPEI委員会と地震学会のIASPEI委員会が表裏一体となって，IASPEIの窓口の役割を果たし，IASPEIに関する情報を地震学コミュニティに伝達するほか，IASPEIの役員や受賞候補者を推薦している．日本地震学会は，IASPEIやASCへの参加者への旅費の援助やASCの運営補助などの経済的援助を行っている．現在，日本から数名がIASPEIやASCの役員や小委員会の委員長を務めている．　最近のIASPEI学術総会は　IAGと共同で2017年に神戸で開催され，たいへん盛会であった．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：IASPEI、地震学、IUGG
Keywords: IASPEI, Seismology, IUGG

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本におけるIAVCEIの最近の歴史、および、IUGGとIAVCEIに対する若手研究者の反応
Recent history of IAVCEI in Japan and young researchers' response to IUGG and IAVCEI

*中田 節也[1]
*Setsuya Nakada[1]

1. 研究開発法人 防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

日本の火山研究者、特に若い科学者は、IAVCEIとIUGGの関係をよく認識していないようだ。その理由は、IAVCEIと比較して、IUGGが彼らには可視的ではないためである。彼らが最初に挑戦することができるという国際会議としてIAVCEIが指導教官から紹介されることが多い。IAVCEIの存在は彼らが会員である日本火山学会（VSJ）でもよく見えている。この100年間、IAVCEIに対しては、久野　久、荒牧重雄、中田節也らの会長など、日本の研究者がIAVCEI理事を務め、IAVCEI学術総会が1962年に東京、1981年に東京・箱根、2013年に鹿児島で開催された。IAVCEIの2番目に大きい会議である火山都市国際会議（COV）は、科学者と非科学者が集って火山災害を軽減するために議論するフォーラムで、1998年以降、IAVCEI総会と学術総会の合間の２年ごとに開催されるものであるが、1988年に鹿児島市で開催された国際火山会議に端を発するものである。2007年には島原市で第5回COVを開催した。

IUGG総会は2003年に札幌で開催されたが、それでもIUGGは若い火山研究者、ひょっとしたら中堅の研究者の間でもあまり知られていない。例えば、最近のIAVCEI学術総会は1000人以上の参加者を集めるが、IUGG総会時のIAVCEI総会には300人程度の参加者しかいない。この数は最近のCOVの約1000人の参加者よりはるかに少ない。この理由の1つはIUGG総会では組織される火山巡検がないということがあるかもしれないが、それよりも単純に会議の規模が理由であろう。IUGGの各アソシエーション自体の研究分野が十分に広いので、8アソシエーションの集まりは若い研究者が参加するには分野が広すぎる。彼らは、自分たちの学会では心地よく感じるが、AGUやEGUではビジネスライクに映るかもしれない。これはJpGUと個々の国内学会との関係にも似ているかもしれない。私たちは多くの分野のアソシエーションが集まって会議を開催することのメリットを確認し共有することが必要であろう。さらに、IUGGや国際学術会議（ISC）のような政府が分担金を払う団体の役割についても私たちの間で確認し直すべきである。この場合、会議への参加者数を増やすことが優先課題ではない。地球規模の気候変動、および大地震や火山噴火などの地域の地質学的危害は、リスクを軽減するために世界的に最優先課題となっている。このような状況の下で、国連は2030年までの持続可能な開発目標（SDGs）を明確にしており、政府によって活動が保証されているIUGGやISCの任務はこれらの課題解決でも拡大しているといえる。

キーワード：IAVCEI、IUGG、地質学ハザード、持続可能な開発目標
Keywords: IAVCEI, IUGG, geohazard, SDGs

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 U (ユニオン)：ユニオン

2019年5月30日(木) 13:45 ~ 15:15 | 101 1F

[U-08] 日本地球惑星科学連合の将来に向けた大会参加者からの意見と提言

コンビーナ:浜野 洋三(神戸大学海洋底探査センター)、田近 英一(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、和田 浩二(千葉工業大学惑星探査研究センター)、隅田 育郎(金沢大学 理工研究域　地球社会基盤学系)、座長:和田 浩二(千葉工業大学惑星探査研究センター)、隅田 育郎

日本地球惑星科学連合2019大会は、連合設立後１５回目、その前身である地球惑星科学関連学会合同大会の開始から３０回目の大会になります。この間の大会参加者数の大幅な増加や国際化に向けた進展により、地球惑星科学コミュニティーにとって、JpGUはなくてはならないものになりつつあります。しかし、当初はコミュニティーの個人の意思を反映して出発した任意団体が、現在では会員数約１万人の巨大組織に成長したために、組織としての論理が優先され、個人としての要望や意見を反映し難い状況も起こっています。法人化によって公益法人法の制約を受けるようになったことも、学術的な組織としての運営を難しくしています。今後JpGUのさらなる発展を目指すにあたり、ぜひ大会参加者の皆様から、JpGUの将来に向けた、厳しいご意見と建設的な提案をお聞かせいただきたいと思います。大会参加者のご意見は、2020年以降のJpGUの方向性を考える際の貴重な材料になるはずです。サイエンスコミュニティの基本理念であるボトムアップの精神に立ち返り、大会参加者の皆さまのご意見をお聞かせいただきたく、本セッションへの参加をぜひお願いします。

13:45 ~ 13:51

Introduction

13:51 ~ 14:03

[U08-01] 日本学術会議地球惑星科学委員会からJpGUへの要望・提案

*藤井 良一[1] (1.情報•システム研究機構)

14:03 ~ 14:15

[U08-02] 日本地球惑星科学連合における地理学の位置づけと将来展望

*小口 高[1]、山田 育穂[2]、早川 裕弋[3]、河本 大地[4]、齋藤 仁[5] (1.東京大学空間情報科学研究センター、2.中央大学理工学部、3.北海道大学大学院地球環境科学研究院、4.奈良教育大学、5.関東学院大学経済学部)

14:15 ~ 14:27

[U08-03] インターフェースとしての地球生命科学

*掛川 武[1] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻)

14:27 ~ 14:39

[U08-04] JpGUのカバーすべき領域

*高橋 幸弘[1] (1.北海道大学・大学院理学院・宇宙理学専攻)

14:39 ~ 14:51

[U08-05] ちょっと英語やり過ぎ違いますか？

*林 祥介[1] (1.神戸大学・大学院理学研究科 惑星学専攻/惑星科学研究センター（CPS）)

14:51 ~ 15:03

[U08-06] 日本地球惑星科学連合の国際化について

*小田 啓邦[1] (1.産業技術総合研究所地質情報研究部門)

15:03 ~ 15:15

[U08-07] 日本地震学会のJpGUの運営に関するアンケート結果をふまえた提言

*山岡 耕春[1] (1.名古屋大学環境学研究科附属地震火山研究センター)

日本学術会議地球惑星科学委員会からJpGUへの要望・提案
Request and proposal from the Committee on Earth and Planetary Sciences of the Science Council of Japan to JpGU

*藤井 良一[1]
*Ryoichi Fujii[1]

1. 情報•システム研究機構
1. Research Organization of Information and Systems

広範で多様な地球惑星科学全分野の学協会の集まりである日本地球惑星科学連合(JpGU) と地球惑星科学関連の研究者の集まりである日本学術会議 地球惑星科学委員会は、どちらもサイエンスコミュニティのボトムアップの組織として協力しあい、地球惑星科学分野の発展を目指してきています。地球惑星科学委員会はボトムアップの議論・要望を基に提言や学術全体の施策立案・実施を行なっていますが、その際に研究個人の考えに加えて学協会や学術分野の考え・要望や将来計画を基盤とすることは必須であり、そのためJpGUとの協働は必須となっています。例えば、現在実施している夢ロードマップの改定においても、JpGUの５つのサイエンスセクションの分類の使用を継承し、セクションと学協会の皆様のご尽力により実施されているところです。また学術の大型研究計画についても本JpGUのユニオンセッションでヒアリングを行うなど学協会と研究者個人の評価やお考えを広くいただく場としても不可欠で有効に機能しています。その他にも教育や人材育成等でJpGUとの協働はますます重要になると考えます。

今後今まで以上に不離一体の協働を進め、ご要望や将来計画を提言や施策とし、実現へ結びつけていくために、JpGUへの要望とともに学術会議側として体制を含めこれからどのように変革されていくべきかについて、皆様と活発な議論・意見交換をさせて頂き、今後の改善に結びつけていきたいと考えております。

キーワード：Committee on Earth and Planetary Sciences 、closer collaborations、large-scale research program
Keywords: JpGU, Dream roadmap, Science Council of Japan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本地球惑星科学連合における地理学の位置づけと将来展望
Geography in JpGU: current status and future perspectives

*小口 高[1]、山田 育穂[2]、早川 裕弋[3]、河本 大地[4]、齋藤 仁[5]
*Takashi Oguchi[1], Ikuho Yamada[2], Yuichi S. Hayakawa[3], Daichi Kohmoto[4], Hitoshi Saito[5]

1. 東京大学空間情報科学研究センター、2. 中央大学理工学部、3. 北海道大学大学院地球環境科学研究院、4. 奈良教育大学、5. 関東学院大学経済学部
1. Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo, 2. Faculty of Science and Engineering, Chuo University, 3. Graduate School of Env.Science, Hokkaido University , 4. Nara University of Education, 5. College of Economics, Kanto Gakuin University

日本地球惑星科学連合（以下連合と記す）には、2005年の発足時から地理学に関連する学会が団体会員として参加している。2019年2月の時点において、連合の50の団体会員のうち学会名に地理の語を含む学会が6つある。他に学会の英語名に Geographical を含む学会や、地理学と関連が深い地図学や地形学の学会なども参加しており、地理学は連合の中で一定の役割を果たしている。特に、連合の地球人間圏セクションでは地理学の研究者が主体的に活動している。一方、地理学関連の諸学会の会員の中で、連合の大会や活動に参加している人の比率は低い。この理由として、地理学者の過半を占める人文地理学者が理系色の強い連合に親近感を持たないことや、各学会が独自の春季大会等を行っており、連合大会と重複感があることなどが挙げられる。しかし、連合と地理学が強く結びつくことは、双方にとってメリットがあると考える。近年、文科省などが科学における文理連携・融合を重視しているため、連合の活動を理系の研究以外にも広げることが望ましいが、この際には文理の連携を長年実践してきた地理学が貢献できる。一方、2022年度に高等学校の地歴科で必修となる新科目「地理総合」において、自然災害や地球環境問題が重視されていることに象徴されるように、地理学の関係者が地球科学の素養を高める必要も生じている。本発表では、連合と地理学が連携しつつ発展していくための検討を行う。発表者は連合大会に継続的に参加している3世代の自然地理学者、人文地理学者、および修士まで工学を学んだ後に地理学のPhDとなった研究者の5名であり、多様な側面からの考察を試みる。

キーワード：地理学、日本地球惑星科学連合、連携
Keywords: Geography, JpGU, Collaboration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

インターフェースとしての地球生命科学
Biogeoscineces will connect everthing together

*掛川 武[1]
*Takeshi Kakegawa[1]

1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻
1. Graduate School of Science, Tohoku University

地球生命科学セクションは、他のセクションに比べて様々な面で特異的である。地球生命科学セクションには地震観測や宇宙探査、気候変動など国主導のプロジェクトのベースがない。そのためにセクションの中で中心的な柱を立てにくい。さらに地球生命科学セクションのカバーする学術的内容と他のセクションの内容がオーバラップするために、独立して存在する意義がわかりにくくなっている。例えばアストロバイオロジーは地球生命科学セクションでカバーすべき内容であるが、宇宙惑星科学セクションとも内容がオーバーラップしている。また現生生物から４６億年までの遡った大気、有機化学まで扱い、膨大なタイムスケールがあることから、地球生命科学セクション中でも科学的コミュニケーションが難しい。古生物学のような古典的学問とアストロバイオロジーのような新興学問が混在し主役や将来的リーディング分野が見えない。その一方でAGUなどでは地球生命関連のセクションの存在は大きく、JPGUと異なる様相を見せている。将来的な大学や科研費の構造変化を考えると、地球生命科学セクションの成長は見込めない。地球生命セクションは独立性を追求するのでなく積極的に他のセクションと共同作業（共同セッションの提案など）を積極的に行うことが重要であると考える。AGUのように生物や農学、地球工学にウィングを伸ばすことは可能であろうが、日本では会員増などはまず見込めないだろう。

キーワード：地球、生命
Keywords: Earth, Life

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

JpGUのカバーすべき領域
Coverage of JpGU

*高橋 幸弘[1]
*Yukihiro Takahashi[1]

1. 北海道大学・大学院理学院・宇宙理学専攻
1. Department of Cosmosciences, Graduate School of Science, Hokkaido University

Geoscience unions originally started from classical several categories, namely, solid earth, atmosphere, land and ocean water, upper atmosphere and space, and plant. However, in AGU or EGU, adding to those conventional fields, many new science targets or methodologies are becoming important player in the union. Especially, biology including agriculture and natural hazard became one of the largest communities. On the other hand, such movement in JpGU is going at very slow speed. Here we discuss the strategy about this matter.

キーワード：領域、連合
Keywords: Coverage , Union

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ちょっと英語やり過ぎ違いますか？
Is he a bit overkill for English?

*林 祥介[1]
*Yoshi-Yuki Hayashi[1]

1. 神戸大学・大学院理学研究科 惑星学専攻/惑星科学研究センター（CPS）
1. Department of Planetology/CPS, Graduate School of Science, Kobe University

英語を英語で教えるとか, 専門科目も英語で教えるとか, はては, 小学校にまで英語が導入され, 大学入試の英語試験は4技能試験とか言われるようになってしまった今日, これをリードしてきた国民大衆の英語コンプレックス, その原因となる経団連のみならず学術コミュニティーをも含む指導層の「国際」重視, これらに対する個々人の射幸心の方向性, ..., そういった社会経済文化学術的背景のもとJpGUの諸相もその例外でないのはわからんではない.

しかし, ヨーロッパ言語以外でほぼ唯一, 研究レベルまでの教育と実践を母語で行えるよう明治以降営々と努力してきた日本語空間の涵養を止めてしまうことの影響を過小評価していないだろうか? 今ある日本語言語空間やその運用力は当たり前にそこにあり自然に身につくものだと思っていいないだろうか? 母語が鍛えられていることによって, 我々はごく「自然」に広い幅と深い奥行きをもった想像力理解力を身につけることができているが, あまりに「自然」なのでそのコストと威力をなかなか前景化できない. しかるにその力は急速に衰えつつあるように危惧される. 言語は涵養しなければならず, これを使いこなすためには鍛錬が必要あることはいうまでもない.

言語の収斂(英語化)がどこまで進展するのか予想はつかない. 中国の躍進がどこぞでブレーキをかけてくれるかもしれない. しかし, 現状, このまま推移すればあと数世代ぐらいで日本語は日常語にしか使えない言語に退化していくような勢いである. 欧州言語群の多言語化とは異なり, 言語システムが大幅に違う言語間の多言語化に高いレベルで対応することは容易ではない. 思考の幅や深さを担保しようとすれば特定の言語システムに集中せざるを得ず, 言語選択段階で切り替えるような選択がなされるようになるのかもしれない. 捨てられる言語の上にいるのは嫌なので雪崩的衰退もあり得るのだろう.

英語空間に先端知識が集積される今日, これに参加寄与していくことを担保する運営システムの日英対応とその改良は望ましいし, 英語セッションを許容できる運営体制の構築も素晴らしい. しかし, 要旨が英語でなければならないとか, 資料が英語でなければならないとかいう強制ははずしてもらいたい, 日本語言語空間を涵養しこれを母語とする人々への知見提供を重視する日本語セッションを排除するのではなく許容できるようにしてもらいたい, と強く思う.

ちなみに英語タイトルと予稿本文には生 google 翻訳を置いてみた. AIがこの問題への関与にはまだ少々時間が必要なようだ.

キーワード：英語化問題
Keywords: Englishization problem

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本地球惑星科学連合の国際化について
Globalization of Japan Geoscience Union

*小田 啓邦[1]
*Hirokuni Oda[1]

1. 産業技術総合研究所地質情報研究部門
1. Institute of Geology and Geoinformation, Geological Survey of Japan, AIST

本発表では日本地球惑星科学連合（JpGU）の国際化について議論する。JpGUの活動は多岐にわたるが、毎年開催される連合大会と学術出版事業は2本の柱と考えることができる。また、特にこれら2本の柱について国際化の必要性が強調されてきた。学術出版事業については、日本学術振興会の研究成果公開促進費「国際情報発信強化」の支援によりPEPS誌が2014年に創刊され、2017年Impact Factorが付与されたことにより軌道にのった。連合大会については、2017年にAGUとの初の共同開催を成功させ、2020年にも共同開催の予定となっている。連合大会の国際化が推進されるいっぽうで、日本語対応も重視されており、英語と日本語の両方への対応によるJpGU関係者の負担は無視できない。また、英語セッションと海外参加者が少ないために海外研究者に連合大会への参加を勧める際に障壁を感じる。さらに、地球惑星科学関連の国際会議は増加傾向にあり、連合大会の世界における相対的重要性は低下しつつある。したがい、本発表ではJpGUの国際化の意義ならびに連合大会の英語セッションを大幅に増やす（すなわち、日本語セッションを大幅に減らす）可能性について検討する。

キーワード：国際化、学術出版事業、連合大会、海外参加者、AGU共同開催
Keywords: globalization, academic publishing, JpGU meeting, attendees from abroad, Joint meeting with AGU

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本地震学会のJpGUの運営に関するアンケート結果をふまえた提言
A proposal for JpGU based on the questionaires to SSJ members

*山岡 耕春[1]
*Koshun Yamaoka[1]

1. 名古屋大学環境学研究科附属地震火山研究センター
1. Earthquake and Volcano Research Center, Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

日本地震学会（以下SSJ）は、現在のJpGUの前身となった学会グループの最初のメンバーです。このグループは、SSJを含むいくつかの学会で構成され、それまでは毎年4月上旬に独立に開催されていた大会の代わりに、合同大会を3月から4月に開催することにしました。このような歴史的な状況の中で、SSJは、秋の大会に加えて、JpGUの大会をSSJの定例大会の1つとみなしています。そのため、毎年開催されるJpGUのセッションには、SSJのメンバーが秋季大会と同じセッションを提案しています。

学会は、会員が学会に参加することで広い意味で恩恵を受けることが期待できるかぎり存在できます。同様にSSJのような学協会メンバーもJpGUに参加する恩恵を期待して参加しています。 JpGUは日本の地球惑星科学（地球科学とも呼ばれる）の学術界を代表するものとして期待されており、日本の社会における認識と認識を高めるためのものです。特に高校教育における地球科学の地位は、日本列島の地質学的不安定性にもかかわらず、依然として低いままです。地球の過程の複雑さ、不可逆性、そして再現不可能性に取り組むことを必然的に必要とする地球科学の学術的な特徴は、繰り返し実験をすることが可能な実験室における研究とは異なります。このような地球惑星科学分野の重要性と特徴を社会だけでなく他の分野にも理解してもらうべく情報発信するのもJpGUの役割です。JpGUは、従来の学術的境界を越えたセッションの運営などのよって、共同研究を奨励する役割もあります。

そのようなJpGUの機能ですが、その結果としての連合大会のあり方については、時に反対意見が表明されます。 最近SSJのメンバーの一人が、JpGU会議は長すぎる、高すぎる、英語言語に媚びている、として、JpGU連合大会の運営に反対意見を表明しました。最初の2つ主張は大学の最近の状況変化から来ています。大学のスケジュールはますます厳しくなり、時間的予算的に大会参加にかける余裕がなくなってきています。SSJではそのような意見が一般的かどうかを調べるためにアンケートを実施しました。その結果、回答の2/3がJpGU連合大会へ参加することに満足を表明しているものの、回答の半分は先の会員の意見を支持しています。少なくとも、JpGU期間中のセッションの関連セッションの日程調整についてはさらなる努力と工夫が必要でしょう。それでも、90%の回答は、独立した学会の大会では実現できないJpGUセッションを支持しています。科学界では英語は事実上の共通語であり、好むと好まざるに関わらず日本の定期的な大会においても英語言語によるセッションを行うことは必要でしょう。

JpGUに期待されるもう一つの機能は、学協会間のコミュニケーションの機会を提供することです。最近の多くの社会では、特に若い世代のメンバーが徐々に減少し、財政的にも厳しさが増しています。事務局機能の共有は、財政への対策の一つかもしれません。学協会の合併も解決策になります。学術の発展という共通目的のために、JpGUと各学協会との関係、また学協会間の関係のありかたを探る必要があります。

キーワード：日本地震学会、開催期間
Keywords: Seismological Society of Japan, questionnaire

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 U (ユニオン)：ユニオン

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | 101 1F

[U-08] 日本地球惑星科学連合の将来に向けた大会参加者からの意見と提言

コンビーナ:浜野 洋三(神戸大学海洋底探査センター)、田近 英一(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、和田 浩二(千葉工業大学惑星探査研究センター)、隅田 育郎(金沢大学 理工研究域　地球社会基盤学系)、座長:和田 浩二(千葉工業大学惑星探査研究センター)、隅田 育郎

日本地球惑星科学連合2019大会は、連合設立後１５回目、その前身である地球惑星科学関連学会合同大会の開始から３０回目の大会になります。この間の大会参加者数の大幅な増加や国際化に向けた進展により、地球惑星科学コミュニティーにとって、JpGUはなくてはならないものになりつつあります。しかし、当初はコミュニティーの個人の意思を反映して出発した任意団体が、現在では会員数約１万人の巨大組織に成長したために、組織としての論理が優先され、個人としての要望や意見を反映し難い状況も起こっています。法人化によって公益法人法の制約を受けるようになったことも、学術的な組織としての運営を難しくしています。今後JpGUのさらなる発展を目指すにあたり、ぜひ大会参加者の皆様から、JpGUの将来に向けた、厳しいご意見と建設的な提案をお聞かせいただきたいと思います。大会参加者のご意見は、2020年以降のJpGUの方向性を考える際の貴重な材料になるはずです。サイエンスコミュニティの基本理念であるボトムアップの精神に立ち返り、大会参加者の皆さまのご意見をお聞かせいただきたく、本セッションへの参加をぜひお願いします。

15:30 ~ 15:42

[U08-08] 日本地球惑星科学連合の将来に向けた意見と提言：地球電磁気・地球惑星圏学会から

大村 善治[2]、渡部 重十[3]、*加藤 雄人[1]、津川 卓也[4]、大塚 雄一[5]、SGEPSS 運営委員会 (1.東北大学大学院理学研究科、2.京都大学生存圏研究所、3.北海道情報大学、4.情報通信研究機構、5.名古屋大学　宇宙地球環境研究所)

15:42 ~ 15:54

[U08-09] 地球惑星科学と情報科学との連携　～学際領域における共存共栄の試み～

*出村 裕英[1] (1.公立大学法人会津大学)

15:54 ~ 16:06

[U08-10] 惑星科学分野の若手研究者からの意見

*鎌田 俊一[1]、濱野 景子[2]、村上 豪[3]、兵頭 龍樹[2]、仲内 悠祐[3] (1.北海道大学、2.東京工業大学、3.JAXA/ISAS)

16:06 ~ 16:18

[U08-11] 日本地球惑星科学連合は，個々の関連学協会の目線に立った運営を行い適切に説明責任を果たせ．

*小泉 尚嗣[1] (1.滋賀県立大学環境科学部)

16:18 ~ 16:30

[U08-12] 地球惑星科学総合所属１代議員からの意見：国内向け活動・事業強化を

*熊谷 英憲[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

16:30 ~ 16:42

[U08-13] Japan Geoscience Letters (JGL) の15年とこれから

*橘 省吾[1]、田近 英一[2] (1.東京大学大学院理学系研究科宇宙惑星科学機構、2.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)

16:42 ~ 17:00

Discussion

日本地球惑星科学連合の将来に向けた意見と提言：地球電磁気・地球惑星圏学会から

Opinions and recommendations to the Japan Geoscience Union from Society of Geomagnetism and Earth, Planetary and Space Sciences

大村 善治[2]、渡部 重十[3]、*加藤 雄人[1]、津川 卓也[4]、大塚 雄一[5]、SGEPSS 運営委員会
Yoshiharu Omura[2], Shigeto Watanabe[3], *Yuto Katoh[1], Takuya Tsugawa[4], Yuichi Otsuka[5], SGEPSS steering committee

1. 東北大学大学院理学研究科、2. 京都大学生存圏研究所、3. 北海道情報大学、4. 情報通信研究機構、5. 名古屋大学　宇宙地球環境研究所
1. Graduate School of Science, Tohoku University, 2. Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, 3. Hokkaido Information University, 4. National Institute of Information and Communications Technology, 5. Institute for Space–Earth Environmental Research, Nagoya University

地球電磁気・地球惑星圏学会(SGEPSS) では日本地球惑星科学連合（JpGU）の将来に向けた意見と提言について、所属会員からの意見を募った。寄せられた意見は二つに大別される。一つはJpGUの将来の方向性について、もう一つは連合大会の運営に関わる意見である。主な意見を以下に挙げる。

・JpGUが目指す方向（どのようなinternational meetingを目指すのか）とAOGSとの関係を明らかにしてほしい

・一つの学協会に閉じない、複数の学協会によるジョイントセッションを増やす仕組みが必要

・参加者やコンビーナから意見を吸い上げ、フィードバックをする公式なルートが必要
本講演では会員から寄せられた意見を紹介すると共に、SGEPSSからの意見と提言を述べる。

キーワード：意見と提言、地球電磁気・地球惑星圏学会
Keywords: Opinions and recommendations, Society of Geomagnetism and Earth, Planetary and Space Sciences

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地球惑星科学と情報科学との連携　～学際領域における共存共栄の試み～
Collaboration between Earth & Planetary Science and Information Science ~A trial of mutual benefit in the interdisciplinary field~

*出村 裕英[1]
*Hirohide Demura[1]

1. 公立大学法人会津大学
1. The University of Aizu

地球惑星科学が学際領域科学であることは、地球惑星科学連合が「宇宙惑星科学」「大気水圏科学」「地球人間圏科学」「固体地球科学」「地球生命科学」で構成されていることから誰もが認めるものである。本連合に所属する者は、連合傘下ないしそれ以外の学会にも複数所属し、目的を同じくする学会や手法を同じくする学会でそれぞれ横断的に活動している例が多い。一方、日本学術会議をはじめ学問分野や大学および研究機関は、リソースの争奪局面においてどうしても縦割りになりがちであり、必ずしも地球惑星科学連合に閉じた範囲で調整できない困難な場面も現場では生じている。それどころか、地球惑星科学の中でも情勢を俯瞰的に見られなくなって、連合としての一体感が希薄化しているのではないかという危うさすら感じられる。ここでは、ICT教育に特化してスーパーグローバル大学に採択された会津大学を例にとって、いかにして地球惑星科学の研究と情報科学の教育研究とを連携して行なっているかを紹介し、地球惑星科学と情報科学ひいては学際領域としての地球惑星科学が共存共栄しつつ発展する道について議論したい。

1993年に開学したまだ若い会津大学はICTに特化したコンピュータ理工学部のみで、単科大学という色彩が強かった。しかし、情報科学周辺分野と連携し基礎研究だけでない応用先を開拓するため、出口重視の先端情報科学研究センターを2009年に設置した。そのセンターの下部組織である宇宙情報科学クラスターは、フロンティア分野で大型研究のひとつと位置付けられる宇宙開発／深宇宙探査への長期的な参画、ソフトウエアとデータを一体で研究者コミュニティに提供することでオープンデータに新たな価値を与えるアーカイブサイエンスの実践、この２つを旗印にしている。発足後１０年が経過した今では、はやぶさ２およびそのほかのJAXAミッションに関わるだけでなく、気象庁噴火予知連絡会の衛星解析グループの一員として福島県下の火山防災活動にも寄与している。地方大学は研究のみならず地域貢献活動としての産学連携や防災減災に取り組む側面が無視し得ないことの好例であり、また学際的であるがゆえに様々な分野と連携する糸口を見つけやすいことも意味している。なかなか論文業績にはなりにくい長期的かつ探索的な活動となりがちで、連携する成熟分野から見ると中途半端にしか見えないと思われるが、未成熟で試行錯誤の余地が大きくイノベーションを引き起こしやすい典型的な境界領域でもある。地球惑星科学を様々なレベルで粗視化し、それぞれのレベルの境界領域にも正しく目配りして縦割りでは収まらない連携の場を確保することこそが、裾野の広い学際領域が全体で発展する鍵ではないかと考えている。研究所と大学、都市部大規模大学と地方小規模大学、ほか様々な対立軸があると思われるが、会津大学の例を踏まえて、地球惑星科学連合の未来について率直な意見交換ができれば幸いである。

キーワード：地球惑星科学、情報科学、学際領域
Keywords: Earth and Planetary Science , Information Science, interdisciplinary field

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

惑星科学分野の若手研究者からの意見
Comments from young planetary scientists

*鎌田 俊一[1]、濱野 景子[2]、村上 豪[3]、兵頭 龍樹[2]、仲内 悠祐[3]
*Shunichi Kamata[1], Keiko Hamano[2], Go Murakami[3], Ryuki Hyodo[2], Yusuke Nakauchi[3]

1. 北海道大学、2. 東京工業大学、3. JAXA/ISAS
1. Hokkaido University, 2. Tokyo Institute of Technology, 3. JAXA/ISAS

本発表では、JpGUに対する惑星科学分野の（自称）若手からの意見を紹介する。

キーワード：JpGU、将来
Keywords: JpGU, Future

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本地球惑星科学連合は，個々の関連学協会の目線に立った運営を行い適切に説明責任を果たせ.

Japan Geoscience Union should operate based on the perspective of individual academic society and fulfill accountability

*小泉 尚嗣[1]
*Naoji Koizumi[1]

1. 滋賀県立大学環境科学部
1. School of Environmental Science,the University of Shiga Prefecture

小泉（2017）は，日本地球惑星科学連合大会（以下連合大会）について，３つの問題をあげて，日本地球惑星科学連合（以下JpGU）に日本地震学会が参加する価値があるかどうかについて疑問を投げかけた．すなわち，1) 連合大会は高い：予稿投稿料・大会参加料といった直接経費が高いことに加え，開催期間が長いことから宿泊費等の間接経費も高くつく，2)連合大会は長い：開催期間が長く，聞きたいセッションが分散される結果，聞きたいセッションの一部しか参加出来ず，自分の発表を聞いて欲しい専門家の一部にしか聞いてもらえない，3）連合大会は英語偏重：英語が得意でない日本人研究者にとって，自分の専門に関しては深い議論ができず，他分野の英語はわからないから研究の幅も広げられないという3点である。なお，日本地震学会では，この件について昨年議論を行ったが，日本地震学会らしく多様な意見がでて，それでおしまいとなった．

さて，個人的には，上記の3)の英語偏重が最も気に入らないので，それについて述べる．日本地球惑星科学連合（以下，JpGU）のウエブサイトによれば，JpGUの目的は地球惑星科学全体の振興と普及に寄与する事であり，その手段として，a)国際連携，b)社会への情報発信，c)関連分野の研究活動と情報交換の促進が挙げられている．まさに，このa）国際連携のために，「英語偏重」が行われているのだと思うが，この英語偏重はb）やc)についてはマイナスである．この点について，JpGUの理事会にはきちんと説明してもらいたい．それなりの戦略があって，現状でa)を優先しているのならよいが，b)やc)におけるマイナスを過小評価していないだろうか？理事会のメンバーは，その所属先から考えて，ほとんどが，優秀な学生や研究者に囲まれている方々である．そのような環境にいると，例えば，理科好きな高校生にとって，英語がどんなに高い壁になっているか想像できないのではないか．高校生の地学離れを心配している筈のJpGUが，理科好きだが英語の苦手な高校生には情報発信しなくてよい（地球惑星科学には来なくて良い）としていてはダメだろう．

最後にJpGUの運営について述べる．本セッションのスコープにも「・・当初はコミュニティーの個人の意思を反映して出発した任意団体が、現在では会員数約１万人の巨大組織に成長したために、組織としての論理が優先され、個人としての要望や意見を反映し難い状況も起こっています。」とあるように，JpGUは，最早ボトムアップの組織ではなくトップダウンの組織である．それを認識した上で，各個人は無理にしても，個々の関連学協会の目線に立った運営を行い，説明責任を果たして欲しい．今回のようなセッションが開かれたことについては希望を感じている所である．

参考文献

小泉尚嗣，2017，「高い，長い，英語偏重」の日本地球惑星科学連合大会に日本地震学会が参加することの「罪」，日本地震学会ニュースレター, 70, 2, 35p.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：日本地球惑星科学連合
Keywords: Japan Geoscience Union

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地球惑星科学総合所属１代議員からの意見：国内向け活動・事業強化を
A proposal from a representative of General Geoscience Sector on a possible direction to future JpGU: actions for domestic activities could be weighted

*熊谷 英憲[1]
*Hidenori Kumagai[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

地球惑星科学総合選出の代議員として、また、今後連合を個人としての学会活動の中心に位置づけていきたい立場から、連合が目指すべき１つの方向性として国内の地球科学コミュニティの活性化と多様化を通じた基盤の強化を図ること、そのための国内向けの活動の強化を提案する。そのために議論/考慮すべき点として以下を挙げる：

1: 過度な国際化を志向しない
2: 地方在住者や学協会に基盤を持たない会員が参加しやすい仕組みづくり
3: 参加学協会個々で抱えている困難/課題に対する支援
4: 連合体としての機能強化。

１については、AGUとの連携が真に連合の活動強化となっているかを立ち止まって考えるべきであるとの認識からである。母国語での高度な議論が可能であるというメリットも今一度認識する必要がある。プロフェッショナル団体の会合としてはいささかの疑問がある近年のAGU秋季大会が連携の志向先として適切かどうか、ということでもある。

２については１とも関連し、大会参加費の相次ぐ値上げの打開、それと表裏一体の参加登録料に依存した財政体質の改善を指摘したい。会員としては個々の学協会に支出する年会費さえ抑えたいのが人情である。学協会の背景を持たない代議員の活用が図られることとも関連しよう。

３については学協会それぞれに課題が異なっているやに思われ、演者の限られた経験では概括的な議論は難しいと感じるものの、例えば、学会誌への査読付論文の確保が難しい団体は必ずしも小規模学協会のみとは限られないであろうことは考慮すべき要素の１つであるように思える。会員数減少はより普遍的な課題であるだろう。異なる視点ではあるが、日本学術会議により2019年2月14日に公表された提言「学協会に係る法人制度ー運用の見直し、改善等について」でも小規模学協会が活動しやすい条件整備が重要との指摘がなされている(主に法人運営に関する法整備の視点ではあるが)。

４についても上述の提言にて、研究者コミュニティが社会の多様な要請に対応する際に重要な役割を果たしているとして、学協会連携組織体の顕著な活動に着目しつつ、事業運営の困難を打開する提案を行っている。これを踏まえ、「学術会議協力学術研究団体」としての要件に現在は個々の学協会が「論文等を掲載する機関誌を年１回継続して発行していること」が掲げられているところ、この緩和への期待に基づき、連合に加わっている学協会の機関誌発行を受託しいずれ統合して地球科学の基幹誌を発行していくことを提案したい。PEPSは高いインパクトを国際的に獲得することを志向しているが、これを補うものが必要ではないか、ということである。例えば、AAASによるScience誌の発行に倣うような地球科学総合誌が発行され、定着、成長していくならば、PEPSないしそのジャーナルが相応の影響力を持つこともあり得るかも知れない。であれば、N誌やS誌のような欧米の権威を借りての業績評価の風潮も打開されるだろう。

キーワード：地球惑星科学総合、地球科学コミュニティの多様化、国内向けの活動
Keywords: General Geoscience Sector, diversify earth science community, focus to domestic activity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Japan Geoscience Letters (JGL) の15年とこれから
Fifteen years of Japan Geoscience Letters and its future

*橘 省吾[1]、田近 英一[2]
*Shogo Tachibana[1], Eiichi Tajika[2]

1. 東京大学大学院理学系研究科宇宙惑星科学機構、2. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻
1. UTokyo Organization for Planetary and Space Science, University of Tokyo , 2. Dept. Earth and Planetary Science, University of Tokyo

Japan Geoscience Letters (JGL) は，JpGU発足時に地球惑星科学分野全体に情報を伝達する初めての媒体として創刊された．季刊誌として，これまでに15巻1号まで計55号が発行されている（2019年大会時には15巻2号が発行されている予定である）．

対象，手法が多岐にわたる地球惑星科学においては，時に互いの研究の理解が難しいこともあり，分野全体で興味を持たれそうな話題を共有することを目的に，JGLでは毎号最大4本のトピックス記事を掲載してきた．分野や著者の所属機関などのバランスを考慮しながら，編集委員会でトピックスを選定し，15巻1号までに157本の記事を掲載してきた．執筆依頼を快く引き受けてくださり，限られた誌面のなかで，地球惑星科学分野の様々な話題をわかりやすく紹介してくださったすべての著者の皆様に感謝したい．

これまでの15年の間に議論はされたものの実現できなかったことのひとつに，執筆いただいたトピックス記事をもとにして，一般向けの書籍を出版することがある．JGL誌面ではひとつの記事は4500文字程度で，図表が2-3枚含まれる．これに解説を加えたり，新たな成果を盛り込んだりしていただき，分量を倍にすれば，1万字となり，4-5年分の記事で新書一冊程度にはなる．地球惑星科学分野の研究最前線を一般の方に楽しんでもらう書籍として出版できれば，JpGUの広報普及活動としての新たな柱となるのではないかと考える．

国際化のために，英語版ニュースレターをつくってはどうかなどの意見もあるかもしれない．しかし，編集の現場は人手が足りず，現状では手が回らない．地球惑星科学全体をできるだけ広くフラットに見渡す意識で，編集作業に加わっていただける方がおられれば大変有難い．とはいえ，大学や研究機関が現在置かれている状況や，現在のJpGUの規模や今後の国際戦略を考えると，研究者だけで実現できることには限界がある．大学では昨今URAを導入し，大学マネジメントと研究者を繋ぐ活動の強化を進めているが，そのような仕組みをJpGUでも取り入れられないだろうか．地球惑星科学という研究コミュニティを代表するJpGUだからこそ，JGLをひとつの軸とした広報普及活動を発展させ，コミュニティ内の共通理解をさらに進め，社会とのつながりを強固にするために，そのような人材活用も考えるべきではないだろうか．

JGLの15年は，我が国における地球惑星科学分野全体をまとめるコミュニティの形成と発展の15年でもある．JGLは地球惑星科学コミュニティ全体をまとめることに対し，ある程度の貢献をしてきたと編集委員会では考えているが，JpGUの財政状況などを考慮し，今年からJGLの配付は希望する会員限定となっている．JGLではこれまでアンケート調査など読者の皆様からのフィードバックを受ける機会を設けてこなかったが，本講演の場ではぜひJGLのこれまでや今後のあり方について，参加者の皆様からのご意見を頂戴したい．

キーワード：Japan Geoscience Letters 、広報普及
Keywords: Japan Geoscience Letters , Outreach

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-PS 惑星科学

2019年5月30日(木) 9:00 ~ 10:30 | 103 1F

[P-PS08] 月の科学と探査

コンビーナ:長岡 央(宇宙航空研究開発機構)、鹿山 雅裕(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、西野 真木(宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)、諸田 智克(名古屋大学大学院環境学研究科)、座長:田中 智、西野 真木(名古屋大学宇宙地球環境研究所)

2019年に月周回衛星「かぐや（SELENE）」は、観測終了から10年を迎える。かぐやによる月の物理・化学・地質データは、世界的にも月科学における基準データとなった。また、その後のLRO、GRAIL、LADEEやChang'e3といった海外ミッションも新たな成果を生み出している。現在、日本を含め世界各国では、着陸探査やサンプルリターン計画を含めた次期月探査計画の検討が精力的に進められている。本セッションでは新しい月科学の構築に向けて、月探査データを用いた研究成果の報告、SLIM計画を含む将来の月探査計画に関する議論、今後の探査データの解析に向けた提案、関連する理論や実験，試料分析の結果、搭載機器開発など、月科学に関する発表を広く受け入れる。

9:00 ~ 9:15

[PPS08-01] Observing simulations of impact-induced moonquakes combined with the lunar impact flash observation data for future lunar seismic explorations

*小野寺 圭祐[1,2]、川村 太一[3]、田中 智[2]、石原 吉明[4]、前田 拓人[5]、柳澤 正久[6]、内田 有紀[6]、阿部 新助[7]、山田 竜平[8]、岡本 尚也[2] (1.総合研究大学院大学、2.JAXA宇宙科学研究所、3.パリ地球物理研究所、4.国立環境研究所、5.弘前大学、6.電気通信大学、7.日本大学、8.会津大学)

9:15 ~ 9:30

[PPS08-02] New Results from Restored Apollo Magnetic Field Records

*Peter J Chi[1] (1.University of California Los Angeles)

9:30 ~ 9:45

[PPS08-03] かぐや搭載スペクトロプロファイラ（SP）による高緯度領域データの解析：水氷の存在可能性の調査

經田 原弘[3]、*田中 智[1]、大竹 真紀子[1]、長岡 央[2]、仲内 悠祐[2]、小野寺 圭祐[4] (1.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所固体惑星科学研究系、2.宇宙航空研究開発機構、3.東京大学複雑理工、4.総合研究大学院大学)

9:45 ~ 10:00

[PPS08-04] Detection of Dark Regions on the Lunar Surface with Shadow Masked Multiband Imager Data

*伊東 里保[1]、井上 博夏[2]、大竹 真紀子[2]、大嶽 久志[2]、中村 良介[1] (1.産業技術総合研究所、2.宇宙航空研究開発機構)

10:00 ~ 10:15

[PPS08-05] GRAIL重力場データを用いた月大型盆地下のモホ面深さの推定

*西山 学[1]、並木 則行[2] (1.東京大学 理学系研究科 地球惑星科学専攻、2.国立天文台 RISE月惑星探査検討室)

10:15 ~ 10:30

[PPS08-06] Ejecta Thickness Distribution of Lunar Schrödinger Basin

*路媛 徐[1]、謝 明剛[1] (1.マカオ科学技術大学)

Observing simulations of impact-induced moonquakes combined with the lunar impact flash observation data for future lunar seismic explorations

*小野寺 圭祐[1,2]、川村 太一[3]、田中 智[2]、石原 吉明[4]、前田 拓人[5]、柳澤 正久[6]、内田 有紀[6]、阿部 新助[7]、山田 竜平[8]、岡本 尚也[2]
*Keisuke Onodera[1,2], Taichi Kawamura[3], Satoshi Tanaka[2], Yoshiaki Ishihara[4], Takuto Maeda[5], Masahisa Yanagisawa[6], Yuki Uchida[6], Shinsuke Abe[7], Ryuhei Yamada[8], Takaya Okamoto[2]

1. 総合研究大学院大学、2. JAXA宇宙科学研究所、3. パリ地球物理研究所、4. 国立環境研究所、5. 弘前大学、6. 電気通信大学、7. 日本大学、8. 会津大学
1. SOKENDAI (The Graduate University for Advanced Studies), 2. Institute of Space and Astronautical Science / Japan Aerospace Exploration Agency, 3. Insitut de Physique du Globe de Paris, 4. National Institute for Environmental Studies, 5. Hirosaki University, 6. The University of Electro-Communications, 7. Nihon University, 8. University of Aizu

Over the past 50 years, the lunar interior has been investigated by analyzing the Apollo lunar seismic data (e.g. [1]-[3]). However, currently proposed models of the internal structure are not in accordance with each other although each model can explain the Apollo seismic data. This means there still exists a large uncertainty in the lunar internal structure because the Apollo data does not have enough quality to determine the inner structure precisely. Since the internal structure is a significant factor to elucidate the origin of the Moon, it is essential to obtain new seismic data in order to improve our knowledge of the lunar internal structure.

In particular, the lunar crustal structure (e.g. elastic velocity, density, layer-thickness) is significant when discussing the thermal environment at the initial stage of the lunar formation. From the observation results of KAGUYA (SELENE), it is suggested that the lunar crust consists of very pure anorthosite, which means the refractory element Al concentrates within the crust (e.g. [4][5]). Since the bulk amount of refractory elements gives a strong constraint on the thermal condition of the lunar formation, revealing the lunar crustal structure will lead to better understanding of the history of the Moon.

When determining the lunar crustal structure, impact-induced seismic waves are usually used [6]. Generally, at least 3 seismic stations are required to determine seismic source locations. In the case of the Apollo, although 4 seismic stations were placed and made a network on the nearside of the Moon, it was difficult to determine the impact locations (seismic source locations) precisely due to uncertain arrival time readings and unknown origin times. In future seismic explorations, it is required to carry out seismic observations even at a single point since it is difficult to deploy multi-seismic stations at once. In this situation, the precise determination of origin times and impact locations will play an important role in order to improve the crustal structure. However, as described above, it is considered that a single seismic station is not adequate for the precise determination of origin times and impact locations. This is one of the serious problems when performing a future seismic exploration.

In order to overcome this problem, it has been proposed to apply ground observation data of lunar impact flashes to seismic observations on the Moon [7][8]. Since the basic recording system of the impact flash observation allows us to determine impact times and locations more precisely compared to seismological approaches, it will enable to realize seismic observation at single point. However, these fields of study (lunar impact flash and lunar seismology) have been carried out independently in the past. In this study,

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

we bring these two field together by performing observing simulations of impact-induced seismic waves by combining a seismological simulation with the lunar impact flash observation data as a first step for the consideration of a future seismic exploration.

In the presentation, we will report the simulation results of the lunar seismic observations and discuss the requirements for a future seismic instrument and landing site.

References

[1] Toksöz et al. (1974), *Rev. Geophys. Space Phys.*, 12, 539-567.
[2] Lognonné et al. (2003), *Earth Plant. Sci. Lett.*, 211, 27 –44.
[3] Garcia et al. (2011), *Phys. Earth Planet. Inter.*,188, 96 –113.
[4] Ohtake et al. (2009), *nature*, 461, 236-241.
[5] Yamamoto et al. (2012), *Geophys. Res. Lett.*, 39, L13201.
[6] Chenet et al. (2006), *Earth Planet. Sci. Lett.*, 243, 1-14.
[7] Tanaka et al. (2018), *Proc.NVM2-Asia*, #6025.
[8] Yamada et al. (2019), *Proc.Lunar Planet. Science Conf., 50*th, #1770.

キーワード：月、月震、将来探査、衝突、月面衝突閃光
Keywords: Moon, Moonquake, Future Exploration, Impact, Lunar Impact Flash

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

New Results from Restored Apollo Magnetic Field Records

*Peter J Chi[1]

1. University of California Los Angeles

Three Apollo missions collected digital magnetic field measurements by the Lunar Surface Magnetometers on the surface (Apollo 12, 15, and 16) and by Subsatellite Biaxial Magnetometers in orbit surrounding the Moon (Apollo 15 and 16). After approximately a half century, the Apollo 15 and 16 missions are still the only lunar missions conducting simultaneous surface and orbital magnetic field experiments. The Apollo magnetic field experiments enabled many first discoveries, such as the lunar magnetic anomalies and the electrical conductivity of the Moon.

A recent effort has restored all the Apollo magnetic field records from the archaic data format originally archived. The restored LSM data have revealed many narrowband ion cyclotron waves in the Earth’s magnetotail that were not investigated during Apollo years. The restored data also allow re-analyses for the Moon-solar wind interaction and magnetic sounding of the lunar interior. We find that the observed transfer function responses in both tangential and radial components on the lunar surface are consistent with theoretical expectations at least for frequencies greater than 10^{-4} Hz. The comparison between SBM and LSM data indicates that, when the Moon is in the solar wind, the surface magnetic field is slightly enhanced on the sunward side. This paper summarizes the recent findings from the restored Apollo magnetic field data and discusses the unexplored topics for future magnetic field measurements on the lunar surface.

Keywords: Moon, Apollo magnetic field experiments, plasma waves at the Moon, magnetic sounding of lunar interior, solar wind interaction with the Moon

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

かぐや搭載スペクトロプロファイラ（SP）による高緯度領域データの解析：水氷の存在可能性の調査

Analysis of the High Latitude Region of the Moon with Spectral Profiler Data: Possible Presence of Water Ice

經田 原弘[3]、*田中 智[1]、大竹 真紀子[1]、長岡 央[2]、仲内 悠祐[2]、小野寺 圭祐[4]
Haramitsu Kyoda[3], *Satoshi Tanaka[1], Makiko Ohtake[1], Hiroshi Nagaoka[2], Yusuke Nakauchi[2], Keisuke Onodera[4]

1. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所固体惑星科学研究系、2. 宇宙航空研究開発機構、3. 東京大学複雑理工、4. 総合研究大学院大学
1. Department of Solid Planetary Sciences Institute of Space and Astronautical Science, 2. Japan Aerospace Exploration Agency, 3. Department of Complexity Science and Enginnering, the University of Tokyo, 4. Department of Space and Astronautical Science, SOKENDAI

Recently, space agencies such as NASA and JAXA are actively planning to explore the polar region of the Moon since its usability as lunar base and possible existence of volatile elements([1],[2]). Landing site selection should be taken into consideration of the sunshine rate, existence of volatile materials in the vicinity [3], and so on. Therefore, geological and geomorphological studies in the polar region of the Moon have become more important. In this paper, we focused on detecting of water ice in the polar region using Spectral Proler(SP) data obtained by KAGUYA. Li et al.,(2018)[4] reported exposed water in the permanently shaded area by M^3 data. It is possible to detect more distinct feature of water absorption by the SP data with high S/N ratio. Data analysis by the SP data in the polar region is still difficult due to the large solar incidence angle, however, we reported that the data could be handled with high-accuracy by estimation of insolation area for each spectrum using deep learning method [5]. Based on the SP data in the fully shaded area classied by the method above, we investigated the spectrum having absorption at 1260 nm and 1500 nm both of which are featured by ice and frost of water. As a result, we found about 300 spectrum data having distinct water absorption. One of the data with this absorption obtained in the middle of April, 2009 was located at around (lat. , lon.)=(-85, 50) at where Li et al., (2018) indicated the presence of water ice, but most of the data locations are not overlapped. Moreover, the solar incident angles of all selected data are too high to detect the direct nor the secondary reflected light from the surface of the target area. It is possible that the floating dust at a distance of several tens of kilometers the Moon originated from the impacts or levitation may have been detected[6].

References

[1] Heldmann et al., (2016) Acta Astronautica, 127, 308-320.
[2] Ivanov et al., (2015) Planetary and Space Science, 117, 45-63.
[3]Sanin et al., 2016, Icarus 283 20{30.
[4]Li et al., 2018, PNAS 115 (36) 8907-8912.
[5]Kyoda et al., 2018, 49th Lunar and Planetary Science Conference 2018 (LPI Contrib. No. 2083).
[6]Wooden et al., 2016, Nature Geoscience volume 9, pages 665{668

キーワード：月、スペクトルプロファイラー、水氷
Keywords: Moon, spectral profiler, water ice

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Detection of Dark Regions on the Lunar Surface with Shadow Masked Multiband Imager Data

*伊東 里保[1]、井上 博夏[2]、大竹 真紀子[2]、大嶽 久志[2]、中村 良介[1]
*Riho Ito[1], Hiroka Inoue[2], Makiko Ohtake[2], Hisashi Otake[2], Ryosuke Nakamura[1]

1. 産業技術総合研究所、2. 宇宙航空研究開発機構
1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 2. Japan Aerospace Exploration Agency

Dark Mantle Deposit (DMD)、鉄またはチタンが特に多い地域、年代が古く風化の進んでいる海など、月面上に存在する反射率が特に低い領域は、月の進化過程に関わる重要な情報を持っている。そのため、そういった暗い領域を新たに発見することは月科学の分野において重要な課題の一つとされている。高分解能な月探査データの蓄積により、月全球においてこれまで見逃されていた可能性のある比較的小規模な暗い領域の探索を行えるようになった。本研究の目的は、このような高解像度月探査データから月面上の最も暗い領域の候補を網羅的に探索することである。一方で、例えば月周回衛星かぐやのMultiband Imager(MI)画像から暗い領域の自動検出を試みた場合、MI画像内にある影が妨げとなることが予想される。そこで本研究では、前処理としてMI画像内から影領域を除去したうえで影以外の暗い領域の探索を行った。

太陽光は入射しているが入射角が低いため相対的に周囲よりも暗く見えている影領域も異常値を持つ可能性がある。そのため影検出タスクにおいては地形の影響により太陽光が完全に入射しない日陰だけでなく日陰と影両方を検出対象とする。日陰はDEMを用いた日照シミュレーションによって検出することもできるが、日陰と影の両方をMI画像に即した形で検出するには、実際のMI画像から得られる反射率の相対的な差や影の形状などの特徴を用いて検出する必要がある。影領域除去処理のための影マスク作成には、conditional Generative Adversarial Network(cGAN)を用いた。画像認識に用いられるディープラーニング手法の多くは、教師データからオブジェクトの形状やスペクトル方向の特徴を捉え、タスクを解くための最適な特徴量を自動的に学習することができる。GANはGeneratorとDiscriminatorと呼ばれる２つのネットワークを競合させながら学習を行う。GeneratorはDiscriminatorを騙せるような精巧な模擬画像を生成することを、そしてDiscriminatorはGeneratorが生成した模擬画像と正解画像を正しく識別できることを目標としている。cGANの学習を行うために、MI画像とMI画像に対する正しい影マスクのペア（教師データ）を用意した。本研究では、Generatorが入力されたMI画像に即した影マスクを生成するように学習を行った。学習済みのGeneratorによって生成された影マスクを目視で確認したところ、教師データとして用意したようなクレータなどによる影やコントラストがはっきりした影は概ね検出できていた。一方で、今回用意した影の正解データに含まれていないような小さい影の検出精度は高くなかった。また、MI画像内に含まれる無効値は決められた値が設定されているが、無効値周辺は異常値を示す場合があり、それに影響される形で影の検出精度も低い結果となった。

次のステップでは、学習済みのGeneratorが生成した影マスク画像を用いて影の影響を取り除いたMI画像から、暗い領域を探索する。ただし、無効値を多く含む画像については影検出の精度が安定しないため、無効値が比較的多い±６０よりも高緯度の領域は探索対象から除外し、対象領域内に含まれる無効値の周辺も異常値を持つことが多いためマスク（除外）の対象とした。最初の試みとして、暗い領域の検出は単純な閾値処理にて行った。閾値は影除去後のMI画像のバンド２（波長７５０nm）から算出した反射率のヒストグラムから決定し、反射率が閾値を下回る領域を暗い領域候補とした。また、検出された候補の内サイズが小さい領域は、学習済みのGeneratorにより検出・除去できなかった細かい影である可能性が捨てきれない。そのため領域のサイズが約９００画素以下の場合は、暗い領域候補から除外することとした。この処理によって影ではない暗い領域の候補を除外してしまう可能性はあるが、今回はより確実に暗い領域だと判断できる候補を探し出すことを重視した。閾値処理やノイズ除去手法は、最終的な候補地点の検出に大きく影響する重要な要素である。今回は影検出精度に依存して、ノイズとして除去する領域のサイズを大きめに設定した。今後研究を進めるうえで改善・検討を重ねていき、より小規模な暗い領域の検出を目指す。

本手法を適用した結果、若干のノイズは残るものの、既存のDMDである熱の入江やタウラス・リトロー、蒸気の海などが候補として検出された。他に検出された地点についても、ほとんどが高チタンの領域に位置して

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

いた。本発表では検出された領域に関する解析結果と検出手法の妥当性について議論する。

キーワード：ディープラーニング、影検出、マルチバンドイメージャ、Dark Mantle Deposit
Keywords: deep learning, shadow detection, Multiband Imager, Dark Mantle Deposit

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GRAIL重力場データを用いた月大型盆地下のモホ面深さの推定
Estimation of Moho depth under lunar basins by using only the GRAIL gravity data

*西山 学[1]、並木 則行[2]
*Gaku Nishiyama[1], Noriyuki Namiki[2]

1. 東京大学 理学系研究科 地球惑星科学専攻、2. 国立天文台 RISE月惑星探査検討室
1. Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo, 2. RISE Project, National Astronomical Observatory of Japan

太陽系の形成史を紐解く上で惑星・衛星の地下構造は内部進化や形成に制約を与えるという点で重要であり、例えば月などの固体天体においては地殻の厚さから形成時のマグマオーシャンのおおよその規模を推測することができる。地殻の厚さを推定する際に有効な手法のひとつが探査機の軌道データ等から計算された重力異常の測定データを用いた手法であり、これまでDownward continuation filterを使用する手法が広く用いられてきている。モホ面の平均の深さ，もしくはある地点での深さを地震データから与え、観測値のブーゲー異常とモホ面の作る重力が等しくなるようにモホ面の起伏を推定している。しかし、この手法では原理的に計算が発散してしまうことを我々は見出した。この発散を作為的に抑えようと作成したフィルターがDownward continuation filterであり、従来の手法でインバージョンされた推定モホ面起伏には，理論的正当性がない。

今回、Downward continuation filterを用いず、また地殻の厚さの基準値を仮定せずに、月大型盆地地下のモホ面の隆起形状を仮定して推定を行うという新手法を試行した。Crisium盆地の直下ではモホ面が円柱状に盛り上がっているとし、ブーゲー異常をFourier-Bessel級数に展開して北緯17.0°東経59.1°を中心とした軸対称円筒座標系で考える。円柱の半径・上面深度・下面深度を変数としてモホ面の作る重力と海の影響を除いたブーゲー異常のフィッティングを行うと、下面の深さは37.9±7.7 kmと求まる。この値はモホ面の平均的な深さと対応していると考えられるが、Apollo12・14で観測された月震データから推測されるモホ面の深さと整合性がある。我々の試行した新手法を用いることでDownward continuation filterを用いず、また地殻の厚さが未知の場合にも重力のデータのみでモホ面の深さを推定できる。今後はモホ面の形状の影響や、モホ面のたわみなどを定量的に評価する必要がある。

キーワード：月、地殻、重力、GRAIL、モホロビチッチ不連続面
Keywords: moon, crust, gravity, GRAIL, Moholovicic discontinuity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ejecta Thickness Distribution of Lunar Schrödinger Basin

*路媛 徐[1]、謝 明剛[1]
*Luyuan Xu[1], Minggang Xie[1]

1. マカオ科学技術大学
1. State Key Laboratory of Lunar and Planetary Sciences, Macau University of Science and Technology

A hypervelocity impact on a target with solid surface forms an impact crater, and a fraction of debris is ejected and emplaced ballistically from the crater. The thickness distribution of primary ejecta gives insight into the processes of impact cratering, the stratigraphy of planetary crust, the evolution of planetary surface, and the source of lunar samples. However, the widely used empirical ejecta thickness distribution model of McGetchin et al. (1973) is inconsistent with recent observations of complex craters and the Orientale basin.

As a typical case to address this problem, here we conducted detailed measurements of ejecta thickness distribution for Schrödinger Basin, which is a large impact basin located near the lunar south pole, the best-preserved peak-ring basin, and the second youngest one on the Moon.

Based on LROC WAC, Kaguya TC, and LOLA DTM data, the thickness of primary ejecta is estimated indirectly from the measurements of partially filled pre-basin craters using crater morphometry and the effect of crater degradation is taken into considerations. The results show that the ejecta thickness distribution of Schrödinger Basin is more consistent with Pike (1974)’s model rather than McGetchin et al. (1973)’s, the excavation of Schrödinger basin-forming impact does not penetrate through lunar crust, and the rim relief of Schrödinger Basin consists mostly of rim uplift rather than the primary ejecta.

キーワード：Impact ejecta、rim uplift、Schrödinger Basin
Keywords: Impact ejecta, rim uplift, Schrödinger Basin

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-PS 惑星科学

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | 103 1F

[P-PS08] 月の科学と探査

コンビーナ:長岡 央(宇宙航空研究開発機構)、鹿山 雅裕(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、西野 真木(宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)、諸田 智克(名古屋大学大学院環境学研究科)、座長:橋爪 光、長岡 央

2019年に月周回衛星「かぐや（SELENE）」は、観測終了から10年を迎える。かぐやによる月の物理・化学・地質データは、世界的にも月科学における基準データとなった。また、その後のLRO、GRAIL、LADEEやChang'e3といった海外ミッションも新たな成果を生み出している。現在、日本を含め世界各国では、着陸探査やサンプルリターン計画を含めた次期月探査計画の検討が精力的に進められている。本セッションでは新しい月科学の構築に向けて、月探査データを用いた研究成果の報告、SLIM計画を含む将来の月探査計画に関する議論、今後の探査データの解析に向けた提案、関連する理論や実験，試料分析の結果、搭載機器開発など、月科学に関する発表を広く受け入れる。

10:45 ~ 11:00

[PPS08-07] 全球海洋モデルの潮汐応答に基づく月軌道進化の定量的検討

*元山 舞[1]、綱川 秀夫[1]、高橋 太[2] (1.東京工業大学理学院地球惑星科学系、2.九州大学理学研究院地球惑星科学部門)

11:00 ~ 11:15

[PPS08-08] Geochemical and Petrological Investigations of Lunar Feldspathic Crust by Lunar Sample Studies and Remote Sensing Data

*長岡 央[1]、唐牛 譲[1]、大竹 真紀子[1] (1.宇宙航空研究開発機構)

11:15 ~ 11:30

[PPS08-09] 月模擬土壌への微量着氷実験装置の開発と近赤外スペクトル観測

*荻島 葵[1]、佐伯 和人[1] (1.大阪大学理学研究科宇宙地球科学専攻)

11:30 ~ 11:45

[PPS08-10] 月面揮発性物質学 - これまでと、これから

*橋爪 光[1] (1.茨城大学理学部)

11:45 ~ 12:00

[PPS08-11] 月極域探査ミッションの推進に向けた科学的アプローチ

*鹿山 雅裕[1]、橋爪 光[2]、長岡 央[3]、佐伯 和人[4]、山中 千博[4]、晴山 慎[5]、大竹 真紀子[3] (1.東北大学、2.茨城大学、3.宇宙航空研究開発機構、4.大阪大学、5.聖マリアンナ医科大学)

12:00 ~ 12:15

[PPS08-12] FDTD電磁界シミュレーションに基づくUHF帯GPRによる月表層の氷検出可能性の検討

*熊本 篤志[1]、宮本 英昭[2]、西堀 俊幸[3]、新原 隆史[2]、土屋 史紀[1]、石山 謙[3] (1.東北大学大学院理学研究科、2.東京大学、3.宇宙航空研究開発機構)

全球海洋モデルの潮汐応答に基づく月軌道進化の定量的検討
Possible evolution paths of the lunar orbit based on tidal response in the global ocean model of the early Earth

*元山 舞[1]、綱川 秀夫[1]、高橋 太[2]
*Mai Motoyama[1], Hideo Tsunakawa[1], Futoshi Takahashi[2]

1. 東京工業大学理学院地球惑星科学系、2. 九州大学理学研究院地球惑星科学部門
1. Department of Earth and Planetary Sciences, School of Science, Tokyo Institute of Technology, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Kyushu University

地質学的な証拠や地球の固化過程の研究によると、地球・月系が誕生してから数百万年後に地球の海洋が誕生したことが示唆される（Hamano et. al., 2013、Watson & Harrison, 2005、他）。多くの大陸成長モデルは、30-45億年前の大陸地殻は非常に小さかったことを示唆しており（Stein & Ben-Avraham, 2007、他）、初期地球の海洋は全球的に分布していたと考えられ、また全球的に海洋に覆われていたと示唆される期間は約15億年間と比較的長期間である。月軌道進化は、地球の固体潮汐と海洋潮汐による影響が大きいが、海洋の潮汐応答を定量的に組み込んだ軌道進化計算はあまり試みられていない。その理由の一つとして、従来の月軌道計算のほとんどは、現在の月の位置と地球自転等を初期値として、時間的に逆方向に遡っており、大陸移動などは未だに不定性が大きいことがあげられる（Abe et. al, 1997、他）。また潮汐進化に伴う海洋応答は摂動論や数値計算から見積もられてきたが（Webb, 1980、他）、その物理メカニズムは不明瞭である。従って、全球規模の海洋が月軌道進化に及ぼす効果の特徴を明らかにし、海洋に関するパラメーターを容易に取り入れることのできるモデルが必要である。

本研究では、月軌道進化に伴い変化する地球海洋の応答進化を定量的に見積もり、軌道進化を時間に対して順方向に約20億年間に亘り計算した。地球・月は2体問題として扱った。地球・月系形成後、月の軌道は急速に円軌道へ近づき軌道傾斜角は小さくなったことが示唆されているため（Cuk et. al., 2016他）、月軌道は円軌道（離心率＝0）で、地球の赤道面上（軌道傾斜角＝0）とした。海洋の形成時期を地球・月系の形成からt_0年後とし、全球海洋を仮定し海洋深度は全球的に一定とした。固体地球潮汐の影響として、Q値を100 （$t<t_0$） 及び230 （$t>t_0$）とした。地球岩石の水素同位体比から、海水量は現在の2倍以上存在した可能性が指摘されたが（Kurokawa et. al., 2018、他）、進化過程における海洋量の変化度合いは不定性が大きい。ここでは、進化中に継続的に一定とした場合と、ある期間に減少する場合を検討した。また近年の衛星観測データから、現在の深海域では海底地形によって発生する内部重力波（内部潮汐）に伴うエネルギー散逸が卓越していることが示された（Egbert & Ray, 2000、他）。潮汐流から生じる内部重力波によるエネルギー散逸を考慮したラプラスの潮汐方程式から、数値的に海洋応答による潮汐トルクを計算し、軌道進化を見積もった。

本研究で得られた結果からは、月軌道半径は滑らかに大きくなるのではなく、階段状に時間進化することがわかった。本モデルでは月軌道傾斜角をゼロと固定したが、固有モードが共振する条件は、同一の潮汐力振動数下で生じるため、月軌道傾斜角がゼロでない場合でも階段状進化が生じうると考えられる。この階段状進化のメカニズムを調べるため、海洋の潮位変化を固有モードで展開し、それぞれの固有モードがお互いに及ぼす影響は小さく独立に応答すると仮定し、半解析的に応答関数を導出した。数値解と応答関数によるトルクは明瞭に対応し、海洋の応答は固有モードの応答で構成されていることが明らかとなった。また軌道進化に対する影響として、例えば2600mの海洋深度一定の場合にみられる階段状道進化は、固有モード（8,2）や（6,2）の共振が原因で生じることがわかった。海洋深度が5200mから2600mへ変化する場合は、共振が生じるだけでなく、固有モード(6,2)の共振付近に比較的長期間留まり、それによって生じるトルクが、月軌道進化を継続的に加速し続けることがわかった。ここで、海洋深度に対して各固有モードが共振しうる地球の自転角速度を求め、共振線（固有モード共振の自転角速度及び海洋深度依存性）を得た。これに、数値計算による地球・月系進化トラックをプロットすると、進化経路に応じた海洋応答の状態がわかり、月軌道進化への影響が明らかになる。例えば、進化トラックと共振線が交差すると、そのモードの共振が生じる。解析の結果、本研究で計算

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

したパラメーターの範囲では、固有モード共振が少なくとも1回は生じた。共振する固有モード、及び回数や発生する時期等は、主として海洋深度と内部潮汐係数に依存する。海洋深度が減少する場合は、その効果として、共振線の対応する自転角速度は小さくなる。その結果、進化トラックが共振線付近に留まる状態が、比較的長期間維持されることがわかった。以上のことから、潮汐力進化に伴う海洋応答は、地球・月系の初期共進化に大きな影響を及ぼしたことが示唆される。

キーワード：月、地球、海洋、潮汐、共振、軌道
Keywords: Moon, Earth, ocean, tide, resonance, orbit

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geochemical and Petrological Investigations of Lunar Feldspathic Crust by Lunar Sample Studies and Remote Sensing Data

*長岡 央[1]、唐牛 譲[1]、大竹 真紀子[1]
*Hiroshi Nagaoka[1], Yuzuru Karouji[1], Makiko Ohtake[1]

1. 宇宙航空研究開発機構
1. Japan Aerospace Exploration Agency

Feldspathic highland crust deriving from ferroan anorthosite (FAN) have been assumed to be formed by the lunar magma ocean (LMO) model, whose the early crust was accumulated by the crystallization and flotation of plagioclase (Warren, 1985). However, the studies of lunar meteorites which originated from the highlands not covered by the Apollo missions, found more magnesian anorthosites than FAN (e.g., Takeda et al., 2006). Furthermore, Kaguya observation revealed feldspathic crust with higher Mg# (= molar 100 ×Mg/(Mg + Fe)) than FAN (Ohtake et al., 2012).
Furthermore, purest anorthosite (PAN) (>98% plagioclase) lithology was found in central peak of several large craters by Kaguya observation. On the basis of Kaguya results, the massive PAN layer are assumed to be distributed under mafic-rich mixing layer in highlands (Ohtake et al., 2009; Yamamoto et al., 2012). Like this, lunar meteorite studies and global remote sensing data have provided new global information on geological features of lunar crust.

Feldspathic meteorites from lunar highlands are brecciated by impacts on the lunar surface. The 10-30% mafic minerals (pyroxene and olivine) are included in the meteorites. These feldspathic meteorites is similar with the surface composition of mafic-rich mixing layer of feldspathic crust in elemental composition (e.g., FeO, Th). On the other hand, several highly pure anorthosite (PAN) clasts were found among some of feldspathic lunar meteorites (Nagaoka et al., 2014). They are correspond with PAN lithology observed by Kaguya.

In this work, we have measured and summarized the elemental and mineral composition of feldspahtic lunar meteorites, by bulk chemical analyses, electron micro-probe analyses, and UV-VIS-NIR reflectance spectroscopy. In this presentation, we report and discuss geochemical and petrological features of lunar crust on the basis of recent geochemical and petrological studies combined the above lunar samples analyses data and the recent remote sensing data.

キーワード：月斜長岩地殻、月隕石、リモートセンシング
Keywords: Lunar Feldspathic Crust, Lunar Meteorites, Remote Sensing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

月模擬土壌への微量着氷実験装置の開発と近赤外スペクトル観測
Development of frosting system for lunar simulant and the detectability of ice growing on the simulant by NIR measurement

*荻島 葵[1]、佐伯 和人[1]
*Aoi Ogishima[1], Kazuto Saiki[1]

1. 大阪大学理学研究科宇宙地球科学専攻
1. Department of Earth and Space Science, Graduate School of Science, Osaka University

近年、月の極域において水氷の存在を示唆する報告がいくつも上がっているが、水の形態や量に関しては議論が続いている。1998年に打ち上げられたLunar Prospector の中性子分光観測によって、極域での水素の濃集が確認された(Feldman et al., 2001)。2009年打ち上げのLunar Crater Observation and Sensing Satellite(LCROSS)では南極のCabeusクレーターに衝突した際のダストを分光観測することで、5.6±2.9wt%の水氷の存在が示唆された(Colaprete et al., 2010)。2008年のChandrayaan-1ではスペクトルの吸収が0.077wt%の水によるものに相当すると報告された(Pieters et al., 2009)。これらを受け、2017年12月に宇宙航空研究開発機構(JAXA)とインド宇宙研究機関(ISRO)によって月極域での水資源探査計画の検討が始まった。この極域探査において、我々は近赤外画像分光によるその場観測を提案しており、月面または掘削した穴の側面の近赤外スペクトルから水の含有量を推定することを目指している。本研究ではこの探査に向けて、極低温で鉱物表面に霜として水が付着している状態を想定した、実験室での月模擬土壌への着氷実験と近赤外分光観測を行なった。模擬土壌試料としては、San Carlos産かんらん石（Fo90、砕いてからふるいを用いて125-250umに揃えたもの）や清水建設のシミュラント（FJS-1)を用いた。着氷には、自作の着氷実験装置を用いた。これは液体窒素で冷却した模擬土壌を小型のケースに入れ、湿潤空気を通しながら振るという装置で、冷たい土壌試料鉱物一つ一つの粒の表面に空気中の水蒸気が凝結する着氷機構をイメージし作製したものである。ケース上部は近赤外領域にほとんど吸収のないシリカガラスで出来ているため、密封したままスペクトル観測を行なうことができる。分光観測には佐伯が開発した近赤外画像分光装置を用い、波長範囲は950-1600nmで入射角30°、観測角0°で観測を行なった。スペクトル観測の後、霜の質量を計測した。ひょう量は自作のビニールハウス内で行なった。質量計測時に新たに水蒸気が凝結してしまうことがないように、窒素充填して水蒸気をなくしたビニールハウス内で霜付き鉱物の一部をすくい取り質量を計測し、その後ヒーターで加熱して霜を蒸発させ、再び質量を計測することで、減少分を霜の質量とした。この計測値から着氷量を質量分率で計算した。現状での成果として1wt%以下の着氷を達成しているが、この着氷装置では着氷が均質とは言えず、着氷量の制御も難しい。そこで、これらを解決するため新しい「落下式」装置の開発を進めている。この装置は冷却された模擬土壌試料が、湿潤空気の中を落下することで均等に微量の氷が着氷する仕組みで、0.1wt%台の着氷を制御することを目指して落下距離・湿潤空気量の試行錯誤を続けている。最新の開発状況を報告する。

キーワード：月極域探査、着氷実験
Keywords: Lunar polar mission, frosting experiment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

月面揮発性物質学 - これまでと、これから
Volatile studies on Moon - A review toward future exploration programs

*橋爪 光[1]
*Ko Hashizume[1]

1. 茨城大学理学部
1. Faculty of Science, Ibaraki University

月面に人類が始めて降り立って以来長らく、月は、その表面も、天体そのものも、完全に無水の天体であると考えられてきた。ところが、ここ十年余りにおいて、その認識の急転換を迫る重要な発見が相次いだ。月面にも、月岩石圏にも水が発見されたのである。本講演では、まず、月面において最近発見された水を始めとした揮発性物質の観測を概観し、その起源やそれぞれの量、更には、月面における揮発性物質の挙動について手短に紹介する。最終的に、月面揮発性物質の科学は今後どのように進むべきか、以下の2項目について、議論をしたい。（１）宇宙物質サンプラーとしての月面：月面は、月地殻形成以来、太陽や様々な太陽系天体を起源とする様々な物質の降着履歴を記録しているかもしれない。この履歴が解読できれば、月ー地球軌道を横切る物質フラックス、また、その経年変化が解明できるかもしれない。どのように読み取れば、それが解読でき、それに対して現在どのような課題に直面しているのか？将来の探査において、その課題は克服できるだろうか？（２）月面水の挙動：月面の水は、地球の水とは異なる起源を持つ可能性がある。地球の水が、おそらくは、二次大気、つまり、地球に集積した惑星形成材料物質から脱ガスした成分、であるのに対して、月面の水は、月面に供給された様々な起源の揮発性元素から、月面において合成された可能性が高い。このことは、月面における揮発性元素の挙動を正確に解明しないと、月の水を正しく理解出来ない事を意味する。月面のどこで、どのようなエネルギーで揮発性元素が供給され、その後、月面でどのように挙動・反応し水が作られるのか？この一連の過程を理解するには、今後どのような取り組みが必要だろうか？今後の複数の月探査において、系統的に進めるべき長期的課題を整理するきっかけとするための議論を展開する。

キーワード：月探査、同位体組成、揮発性物質
Keywords: Exploration, Isotope Compositions, Volatile Compounds

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

月極域探査ミッションの推進に向けた科学的アプローチ
Scientific approach for the promotion of lunar polar exploration mission

*鹿山 雅裕[1]、橋爪 光[2]、長岡 央[3]、佐伯 和人[4]、山中 千博[4]、晴山 慎[5]、大竹 真紀子[3]
*Masahiro KAYAMA[1], Ko Hashizume[2], Hiroshi Nagaoka[3], Kazuto Saiki[4], Chihiro Yamanaka[4], Makoto Hareyama[5], Makiko Ohtake[3]

1. 東北大学、2. 茨城大学、3. 宇宙航空研究開発機構、4. 大阪大学、5. 聖マリアンナ医科大学
1. Tohoku University, 2. Ibaraki University, 3. Japan Aerospace Exploration Agency, 4. Osaka University, 5. St. Marianna University School of Medicine

月周回衛星LCROSSやDeep Impactによる観測から、月極域の表層において様々な水の化学種（氷や構造水、分子水、含水相など）が検出されている。また、理論計算や月隕石を対象とした物質科学的研究により、表層だけに限らず月の地下においても氷が埋蔵する可能性が示されている。その起源については太陽風や隕石・小惑星・彗星の衝突、内部由来の火山噴出が想定されており、いずれのものが主たる要因となるかはいまだ議論の渦中である。このように、月の極低温環境において水氷の存在が示唆されていることから、将来の月のミッションとして日本を含む各国で2020年代に月極域での着陸探査が検討されている。この月極域探査は、将来の月での有人活動や居住、さらには他天体への宇宙探査を想定した資源利用（飲料水や水素燃料の確保など）の足掛かりであると共に、月の水の起源や月の進化史に伴う揮発性物質の変遷を明らかにすることを科学目的とした重要なミッションに位置付けられている。従ってここでは、月極域探査計画の推進に向けて、水氷のその場観察に活用できると目される基礎データの取得と月極域環境を模擬した地上室内実験に関する重要性を提言すると共に、月極域での水氷の観測に重要と考えられるモデルミッション機器について検討を行う。

赤外反射分光器は様々な探査観測機に搭載されており、1.5–2.0 μmもしくは2.8–3.0 μmの波長範囲において水の吸収帯を検出することが可能である。月探査観測機で得られた分光データを、地上実験で予め分析された月の主要構成鉱物（カンラン石や輝石、長石など）に対応する地球物質のデータと比較することで、月の土壌に内在する水の化学種の同定と含有量の推定が期待される。水の吸収帯は温度に依存することが知られているものの、現状では、月の極域や地下の極低温環境（30から400 K）に相当するデータは少ない。よって、月極域探査におけるその場観察で取得された分光データをさらに高い精度・確度で有効に活用するためには、月の土壌や岩石に含まれる主要構成鉱物に相当する地球物質を対象に、実験室でできるだけ低温かつ高真空の条件で月環境を模擬した赤外分光測定を行うことが重要である。加熱・液体窒素冷却ステージとガスパージ可能な高真空ポンプを搭載した赤外分光装置を用いて、BaF_2窓に固定した各試料を30 Kから400 Kの範囲で赤外反射・透過スペクトルを取得し、各温度に対応した吸収係数を算出することが重要なアプローチとして挙げられる。試料は月探査観測や月試料分析により水の存在が示唆されているカンラン石、輝石、斜長石及び含水鉱物（サポナイトなど）を想定し、構造水や分子水の含有量を異にする地球産の各鉱物を実験に供する。これにより、これまでの探査観測機で取得された分光データを再検証すると共に、月極域探査ローバーに搭載された赤外反射分光器による水の化学種の同定や含有量の推定を高い精度かつ信頼性で実現することが期待される。

熱重量分析器や微量水分計（CRDS: cavity ring-down spectroscopy）については、加熱機構の搭載を想定と、その場観察で取得されるデータがより高精度になることが期待される。水の脱水温度は化学種や含まれる鉱物の種類ごとに異なることが知られている。従って、各装置を用いた段階過熱実験がもし可能となれば、各種信号の温度特性から水の化学種の同定や含有量をより高い精度で定量評価することが期待される。各装置を搭載するとして、加熱機構の設置を仮定すると、その性能、特に上限温度を検討することがペイロードの観点からも重要と考えられる。そこで月極域に存在が目される各種鉱物に相当する地球物質に対して、先行研究に

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

よるデータや地上室内実験による脱水温度の決定を事前に各装置で実施し、基礎データを構築することが今後のミッションの推進に繋がると期待される。

月極域での着陸探査によるその場観察から表層や地下に存在する水氷を探索する上で、モデルミッション機器の種類や性能、特性などを十分に精査することが重要である。前述した赤外反射分光器や熱重量分析器、CRDSでは土壌や鉱物、岩石に内在する水の化学種や含有量を推定することが可能である。また、中性子分光計では表層から深さ1m以内の水を空間的に連続な分布として定量評価でき、さらに他の搭載機器から取得された水の含有量に関するデータを基に、中性子分光の含水量を較正することで、より高確度で水の空間分布を解析することが期待される。各々の機器では、検出限界や空間分解能、決定できる化学種の制限などに違いがあるものの、相互に活用することでより信頼性の高いデータを取得することが考えられる。また、直接的に水の検出を可能にする機器だけに限らず、水の空間分布解析、特に表面から地下に及ぶ広い範囲で水の探索を実現する物理探査機器も重要であると目される。さらに各装置の連携も重要と考えられ、例えば、地中レーダーと共に赤外反射分光器によるイメージング分光計や中性子分光計などの観察を合わせて行うことで、月の表面から地下に至るまでの深さ方向の水氷の分布を明らかにすることが期待される。

キーワード：月着陸探査、月の水、赤外分光、熱重量分析器、微量水分計、中性子分光
Keywords: Lunar polar exploration mission, Lunar water, Infrared spectroscopy, Thermogravimetric analysis, Cavity ring-down spectroscopy, Neutron spectrometry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

FDTD電磁界シミュレーションに基づくUHF帯GPRによる月表層の氷検出可能性の検討

Feasibility study of detection of the lunar subsurface ice with UHF-band GPR based on FDTD electromagnetic simulation

*熊本 篤志[1]、宮本 英昭[2]、西堀 俊幸[3]、新原 隆史[2]、土屋 史紀[1]、石山 謙[3]
*Atsushi Kumamoto[1], Hideaki Miyamoto[2], Toshifumi Nishibori[3], Takafumi Niihara[2], Fuminori Tsuchiya[1], Ken Ishiyama[3]

1. 東北大学大学院理学研究科、2. 東京大学、3. 宇宙航空研究開発機構
1. Tohoku University, 2. University of Tokyo, 3. JAXA

Detectability of the subsurface ice by UHF-band (0.5-3 GHz) ground penetrating radar (GPR) onboard the rover in the lunar polar region was investigated based on electromagnetic simulation using finite-difference time-domain (FDTD) method. The water brought on the lunar surface is lost within 1 day due to photodissociation. However, if a part of water molecules jump to polar region within 1 day, they can be kept in the polar shadowed region [Arnord, 1979]. Some observations such as impact experiment in LCROSS mission [Colaprete et al., 2010] and SAR polarization measurements in Chandrayaan mission [Spudis et al., 2010] suggests the existence of the water in the lunar polar region.

In this study, we used Meep code [Oskooi et al., 2010] for FDTD simulation. The simulation space with a size of 0.25 m x 1.25 m is divided into meshes with a size of 0.3 mm x 0.3 mm. The uppermost part with a height of 0.5 m is filled with vacuum (permittivity: 1). The second part with a thickness of 0.5 m is filled with dry regolith, basalt (permittivity: 7) including voids (vacuum). The lowermost part with a thickness of 0.25 m is filled with several kind of media such as (i) cavity (vacuum), (ii) rocks (basalt without pores), (iii) pure ice (permittivity: 3), and (iv) icy regolith, regolith whose voids are filled ice. The porosity of the dry and icy regolith layers was determined based on the report from Apollo missions on the vertical profile of the bulk density of the lunar subsurface soils up to depth of 3 m [Carrier et al., 1991]. Chirp pulse in a frequency range from 0.5 to 3 GHz was transmitted for 167 ns from 0.4 m above the dry regolith surface. The electromagnetic fields in simulation space were evolved with time step of 0.52 ps. At the transmission point, the waveform of electric field component of the echoes was recorded at an interval of 33 ps.

Calculation results suggests that subsurface echoes from (i) cavity, (iii) rocks, and (iv) icy regolith at a depth of 0.5 m can be detected with enough echo powers while the echo power from (iii) pure ice were as large as volume scatters due to inhomogeneity in the regolith. They are a little different from the results of our previous calculation performed in a frequency range 1-15 GHz with subsurface materials at a depth of 0.1 m: The echo powers from ice and icy regolith were as large as volume scatters. We can consider that the difference is from (a) the decrease of the volume scatters power by changing the operation frequency range, and (b) the depth dependence of permittivity contrast in inhomogeneous regolith.

キーワード：月極域探査、月の氷、地中レーダ (GPR)、有限差分時間領域法 (FDTD法)
Keywords: Lunar polar exploration, Lunar water ice, Ground penetrating radar (GPR), Finite difference time domain (FDTD) method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-PS 惑星科学

2019年5月30日(木) 13:45 ~ 15:15 | 103 1F

[P-PS08] 月の科学と探査

コンビーナ:長岡 央(宇宙航空研究開発機構)、鹿山 雅裕(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、西野 真木(宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)、諸田 智克(名古屋大学大学院環境学研究科)、座長:鹿山 雅裕(東北大学)、仲内 悠祐(JAXA/ISAS)

2019年に月周回衛星「かぐや（SELENE）」は、観測終了から10年を迎える。かぐやによる月の物理・化学・地質データは、世界的にも月科学における基準データとなった。また、その後のLRO、GRAIL、LADEEやChang'e3といった海外ミッションも新たな成果を生み出している。現在、日本を含め世界各国では、着陸探査やサンプルリターン計画を含めた次期月探査計画の検討が精力的に進められている。本セッションでは新しい月科学の構築に向けて、月探査データを用いた研究成果の報告、SLIM計画を含む将来の月探査計画に関する議論、今後の探査データの解析に向けた提案、関連する理論や実験，試料分析の結果、搭載機器開発など、月科学に関する発表を広く受け入れる。

13:45 ~ 14:00

[PPS08-13] Geology of the SLIM landing site on the Moon

★Invited Papers

*Makiko Ohtake[1]、Kazuto Saiki[2]、Yusuke Nakauchi[1]、Hiroaki Shiraishi[1]、Yoshiaki Ishihara[3]、Hiroyuki Sato[1]、Chikatoshi Honda[4] (1.Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency、2.Osaka University、3.National Institute for Environmental Studies、4.University of Aizu)

14:00 ~ 14:15

[PPS08-14] SLIM搭載マルチバンドカメラ観測シナリオ

*佐伯 和人[1]、五十嵐 優也[1]、仲内 悠祐[2]、本田 親寿[3]、大竹 真紀子[2]、白石 浩章[2]、佐藤 広幸[2]、石原 吉明[4]、前田 孝雄[5]、山中 千博[1] (1.大阪大学、2.宇宙航空研究開発機構、3.会津大学、4.国立環境研究所、5.中央大学)

14:15 ~ 14:30

[PPS08-15] Current status of a Japanese lunar polar exploration mission

*星野 健[1]、大竹 真紀子[1]、唐牛 譲[1]、白石 浩章[1] (1.国立研究開発法人　宇宙航空研究開発機構)

14:30 ~ 14:45

[PPS08-16] HERACLES mission: Returning to the Moon by an ESA-JAXA-CSA Joint Study

*唐牛 譲[1]、長岡 央[1]、石原 吉明[2]、鹿山 雅裕[3]、山本 聡[4]、長谷部 信行[5]、橋爪 光[6]、小川 佳子[7]、矢田 達[1]、春山 純一[1]、安部 正真[1]、大竹 真紀子[1]、HERACLES サイエンスワーキンググループ、HERACLES 国際科学定義チーム (1.宇宙航空研究開発機構、2.国立環境研究所、3.東北大学大学院理学研究科、4.宇宙システム開発利用推進機構、5.早稲田大学理工学研究所、6.茨城大学理学部、7.会津大学)

14:45 ~ 15:00

[PPS08-17] Lunar Science for Landed Missions – High-Priority Landing Sites Visualized with NASA's Moon Trek

*Brian Hamilton Day[1]、Emily Law[2] (1.NASA Solar System Exploration Research Virtual Institute, NASA Ames Research Center、2.NASA Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology)

15:00 ~ 15:15

[PPS08-18] NASA SSERVI: Merging Science and Human Exploration

*Brad Eugene Bailey[1]、Kristina Gibbs[1]、Gregory Schmidt[1] (1.NASA)

Geology of the SLIM landing site on the Moon

*Makiko Ohtake[1], Kazuto Saiki[2], Yusuke Nakauchi[1], Hiroaki Shiraishi[1], Yoshiaki Ishihara[3], Hiroyuki Sato[1], Chikatoshi Honda[4]

1. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 2. Osaka University, 3. National Institute for Environmental Studies, 4. University of Aizu

Introduction: Smart Lander for Investigating Moon (SLIM) is a Japanese technology demonstration mission to pinpoint landing within a hundred meters in radius, which will be launched in fiscal year 2021. The lander carries one small instrument (high-resolution Multiband Camera; see Saiki et al. in this conference) to derive the detailed mineralogy of the olivine-rich exposure to investigate a olivine bearing lithology for understanding their origin and investigating the composition of the lunar unsampled mantle or deep crustal material. To directly explore this unexplored lithology, one of the small fresh craters just outside of the Theophilus crater is selected as a landing site for the SLIM mission. In this study, we analyzed geology of Theophilus crater and the selected landing site.

Crater Theophilus (11.4˚S, 26.4˚E) is located in the immediate vicinity (northwest) of the Mare Nectaris on the Moon. It is on the ring of the Nectaris basin. Its diameter is 110 km, and it has a clear central peak at the center of the crater. Previous study revealed the central peak’ s compositional diversity [1][2]. However, the origin of other lithologies and the relation of these rare geologic lithologies in this unique central peak are still not clear. In addition to their geological (mineralogical) diversity.

Data and Results: We used remote sensing reflectance spectra and spectral images obtained by the SELENE (Kaguya) Spectral Profiler (SP) and Multiband Imager (MI). Olivine-dominant lithology at the central peak have clear diagnostic absorption of olivine. Percentage of olivine among olivine and pyroxene of the olivine dominant lithology is estimated to be more than 70. The FeO abundance of the olivine-dominant lithology estimated ranges from 5 to 8 wt.%. Olivine-dominantlithology appears to be present as a basal lithology of the central peak blocks. Olivine dominantlithology is also observed as localized exposures at many small but fresh craters throughout the wall and ejecta region. These fresh craters commonly have a very clear olivine absorption feature, and the FeO abundance of these localized olivine exposures ranges up to 12 wt.%,which corresponds to a nearly pure olivine rock, if Mg# (Mg/(Mg+Fe) in mole per cent) of the olivine is assumed to be similar to the olivine-rich rock types (troctolite and dunite) among the Apollo samples.

Discussion: Based on the modal abundance, FeO abundance, distribution, and morphological information of the observed lithologies, we believe that the central peak of Theophilus crater mainly consists of olivine-dominant lithologies with lesser amounts of purest anorthosite (PAN) and Mg-spinel bearing lithologies. Distribution of Mg-spinel bearing lithology is limited in our datasets and they tend to have a relatively sharp vertical boundary with the adjacent lithology. Therefore, we interpret it is not presented as a laterally extensive unit before the formation of the Theophilus crater as suggested [1]. Observed olivine-rich composition comparable to dunite and a sharp boundary with the adjacent PAN lithology suggest that it is not a part of the continuous crustal material. Instead, it is probably mantle (or the lower part of the crustal) origin, which is excavated by the Nectaris basin forming impact as suggested by the global distribution of the olivine-rich sites [2], well before the formation of the Theophlius.

References:[1] Dhingra D. et al. (2011) *Geophys. Res. Let., 38*, L11201, doi:10.1029/2011GL047314. [2]

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Yamamoto S. et al. (2012) *Geophys. Res. Let., 39*, L13201, doi:10.1029/2012GL052098.

Keywords: Moon, olivine, SLIM, mantle

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

SLIM搭載マルチバンドカメラ観測シナリオ
Observing scenario for the Multi-Band Camera onboard SLIM

*佐伯 和人[1]、五十嵐 優也[1]、仲内 悠祐[2]、本田 親寿[3]、大竹 真紀子[2]、白石 浩章[2]、佐藤 広幸[2]、石原 吉明[4]、前田 孝雄[5]、山中 千博[1]
*Kazuto Saiki[1], Yuya Igarashi[1], Yusuke Nakauchi[2], Chikatoshi Honda[3], Makiko Ohtake[2], Hiroaki Shiraishi[2], Hiroyuki Satoh[2], Yoshiaki Ishihara[4], Takao Maeda[5], Chihiro Yamanaka[1]

1. 大阪大学、2. 宇宙航空研究開発機構、3. 会津大学、4. 国立環境研究所、5. 中央大学
1. Osaka Univ., 2. JAXA, 3. Univ. Aizu, 4. National Institute for Environmental Studies, 5. Chuo Univ.

小型月着陸実証機（SLIM)計画がJAXAにより計画されている。SLIMは重力天体への軟着陸に関する様々な技術を実証するための着陸機である。鍵となる技術は精密航法制御アルゴリズム、画像認識航法、衝撃吸収脚などである。SLIM計画を実行することにより、天体着陸技術に関して「降りやすいところに降りる」着陸から、「降りたいところに降りる」着陸へのパラダイムシフトが起こると期待される。SLIMで実証する重力天体へのピンポイント着陸技術を活かす観測機器として、我々はマルチバンドカメラ（MBC)を開発している。MBCは小型の可視・近赤外カメラで、InGaAsのイメージングセンサーと、10バンドのバンドパスフィルターを持つホイール、そして、パンやチルトをするための可動ミラーからなる。MBCの科学目的は、着陸機周辺の岩石の岩石種や造岩鉱物の同定、および、着陸地点に存在すると期待されるマントル由来カンラン石のMg#(=Mg/(Mg+Fe) atomic ratio) の推定である。

MBCは望遠光学系を持ち、さらにレゴリスという粉体ではなく岩石を分光観測するという新しいコンセプトのカメラなので、運用にも様々な工夫が必要とされている。そのうち、スキャン画像の作成、現地校正、オートフォーカス機構、岩石の分光観測、Mg#推定方法について紹介する。

SLIMは岩石で覆われた場所に降りることは危険であるので、岩石分布が着陸の障害にならず、かつ、岩石が観測できる程度に分布している着陸場所が慎重に選択された。MBCは1回の撮影画像の水平視野角が4度という望遠光学系なので、ランダムに撮影したのでは岩石は映らない。そこで、解像度を落とした状態で、観測できる全視野を300ショット前後の画像の組み写真としてマップを作製する機能を持つ。観測すべき岩石の場所を特定してから効率的に分光観測するようにしている。小型無人探査機であるSLIMは有人ロケットよりも長時間をかけて月に到着するため、はるかに高いレベルの放射線を浴びる。撮像素子のバックグラウンド信号が増加したり、フィルターの透過率が変化する可能性があるため、月面での校正を計画している。具体的には、深宇宙の撮影画像を暗時バックグラウンドデータとして取得し、観測画像から引き算する機能を持っている。また、標準拡散反射板を搭載して輝度校正を行うことも計画している。MBCは望遠光学系のため、フォーカス調整機構も必須である。ベストフォーカスに近づくと取得画像の圧縮率が低くなることを利用した自動フォーカス調整機能を持たせた。岩石の分光観測は、近赤外領域では本来困難と思われているが、天然の岩石や模擬岩石の観測実験により得られた観測可能な条件を活かした運用を計画している。また、離散的な観測波長のデータをスプラインフィットして、Fe^{2+}の吸収ピークの微妙な波長変化を検出してカンラン石のMg＃を推定する。以上について紹介する。

キーワード：月、SLIM、マルチバンドカメラ
Keywords: Moon, SLIM, multiband camera

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Current status of a Japanese lunar polar exploration mission

Current status of a Japanese lunar polar exploration mission

*星野 健[1]、大竹 真紀子[1]、唐牛 譲[1]、白石 浩章[1]
*Takeshi Hoshino[1], Makiko Ohtake[1], Yuzuru Karouji[1], Hiroaki Shiraishi[1]

1. 国立研究開発法人　宇宙航空研究開発機構
1. Japan Aerospace Exploration Agency

Introduction:

Recently, it has been suggested that water ice might be present in the lunar polar region based on spectral measurements of artificial-impact-induced plumes in the permanently shadowed region, and remote sensing observation of the lunar surface using a neutron spectrometer [1], [2] and visible to infrared spectrometer [3]. In addition to the scientific interest about the origin and concentration mechanism of the water ice, there is strong interest in using water ice (if present) as an in-situ resources. Specifically, using water ice as a propellant will significantly affect future exploration scenarios and activities because the propellant generated from the water can be used for ascent from the lunar surface and can reduce the mass of the launched spacecraft of lunar landing missions.

However, currently it is unclear if water ice is really present in the polar region because of the currently limited available data. Therefore, we need to learn that by directly measuring on the lunar surface. If there is water ice, we also need to know it’ s quantity (how much), quality (is it pure water or does it contain other phases such as CO_2 and CH_4), and usability (how deep do we need to drill or how much energy is required to derive the water) for assessing if we can use it as resources. Therefore, JAXA is studying a lunar polar exploration mission that aims to gain the above information and to establish the technology for planetary surface exploration [4]. JAXA is also studying possibility of implementing it within the framework of international collaboration with Indian Space Research Organisation (ISRO).

Spacecraft configuration:

The spacecraft system comprises a lander system and a rover system. The system does not have a communication relay satellite but is based on direct communication with the Earth. The minimum target for the landing payload mass is several-hundred kilograms. The launch orbit is the lunar transfer orbit (LTO). After the spacecraft reaches the Moon it is inserted into a circular orbit having a 100km altitude via a few orbital changes. During powered-descent phase, the position of the lander is estimated by landmark navigation using shadows created by the terrain. After landing, the rover is deployed on the lunar surface using ramps. The rover then prospects water ice with its observation instruments..

Spacecraft configuration:

The spacecraft system comprises a lander system and a rover system. The system does not have a

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

communication relay satellite but is based on direct communication with the Earth. The minimum target for the landing payload mass is several-hundred kilograms. The launch orbit is the lunar transfer orbit (LTO). After the spacecraft reaches the Moon it is inserted into a circular orbit having a 100km altitude via a few orbital changes. During powered-descent phase, the position of the lander is estimated by landmark navigation using shadows created by the terrain. After landing, the rover is deployed on the lunar surface using ramps. The rover then prospects water ice with its observation instruments..

Landing site selection:

Considering the mission objectives and condition of the lunar polar region, we listed the following parameters as constraints.
- Presence of water
- Surface topography
- Communication capability
- Duration of sunshine

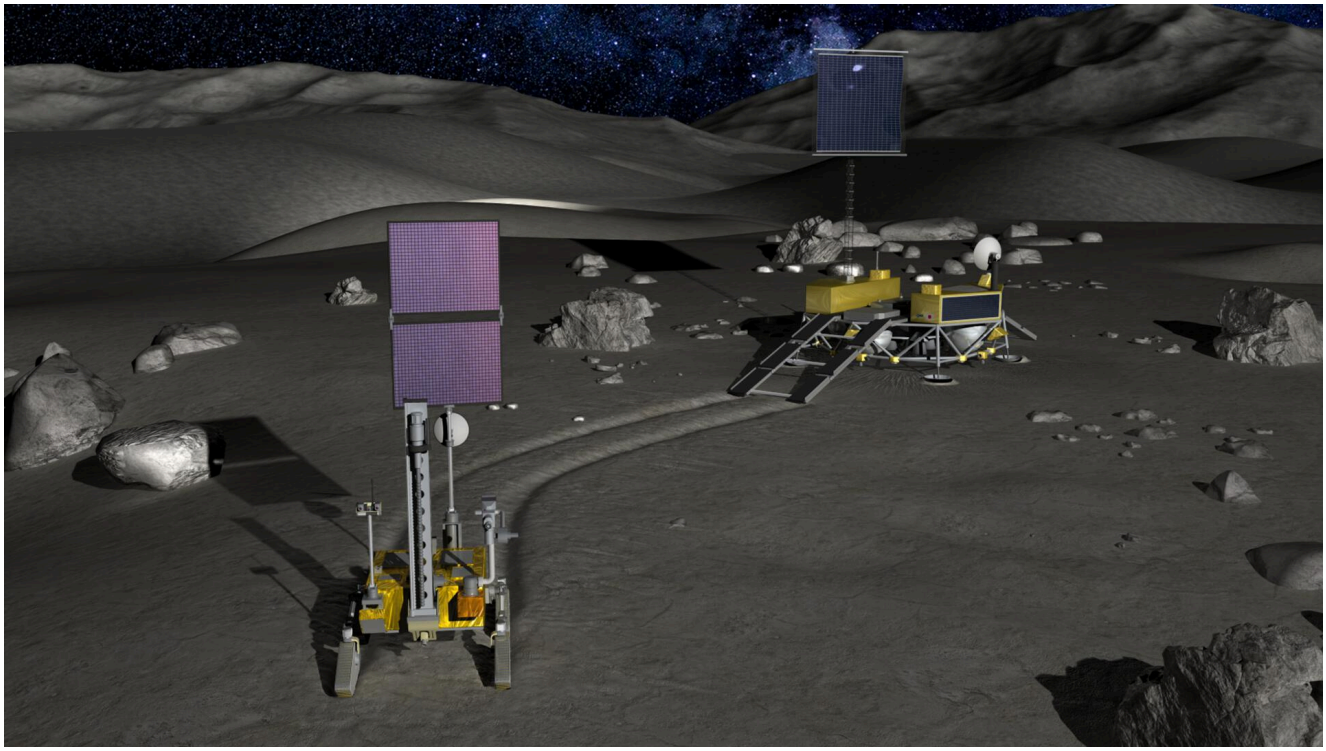
As a first trial of the landing site selection, sunshine is simulated using digital elevation models to obtain the sunlight days per year and the number of continuous sunshine periods at each site. Also, slope and the simulated communication visibility map from the Earth are created. These conditions can be superimposed to select the landing site candidate.

Current status:
Recently, we finished joint mission definition review (JMDR) with ISRO, in which JAXA provide a launch rocket and a rover while ISRO provide a lander system. Related to the instruments which will be carried on the rover or the lander, JAXA selected several candidate instrument study teams for accelerating development of these instruments. In this presentation, we are going to introduce current status of the mission planning.

References:
[1] Feldman W. C. et al. (1998) *Science*, 281, 1496-1500.
[2] Sanin A. B. et al. (2017) *Icarus*, 283, 20-30.
[3] Pieters C. M. et al. (2009) *Science,* 326, 568-572.
[4] Hoshino T. et al. (2017) 68th IAC, IAC-17-3.2B.4.

キーワード：月極域探査、月の水、揮発性物質
Keywords: lunar polar exploration , lunar water, volatile

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

HERACLES mission: Returning to the Moon by an ESA-JAXA-CSA Joint Study

*唐牛 譲[1]、長岡 央[1]、石原 吉明[2]、鹿山 雅裕[3]、山本 聡[4]、長谷部 信行[5]、橋爪 光[6]、小川 佳子[7]、矢田 達[1]、春山 純一[1]、安部 正真[1]、大竹 真紀子[1]、HERACLES サイエンスワーキンググループ、HERACLES 国際科学定義チーム
*Yuzuru Karouji[1], Hiroshi Nagaoka[1], Yoshiaki Ishihara[2], Masahiro KAYAMA[3], Satoru Yamamoto[4], Nobuyuki Hasebe[5], Ko Hashizume[6], Yoshiko Ogawa[7], Toru Yada[1], Junichi Haruyama[1], Masanao Abe[1], Makiko Ohtake[1], HERACLES Science Working Group, HERACLES International Science Definition Team

1. 宇宙航空研究開発機構、2. 国立環境研究所、3. 東北大学大学院理学研究科、4. 宇宙システム開発利用推進機構、5. 早稲田大学理工学研究所、6. 茨城大学理学部、7. 会津大学
1. Japan Aerospace Exploration Agency, 2. National Institute for Environmental Studies, 3. Faculty of Science, Tohoku University, 4. J-spacesystems, 5. Advanced Research Institute for Science and Engineering, Waseda University, 6. Faculty of Science, Ibaraki University, 7. The University of Aizu

Global Exploration Roadmap published in January 2018 by the International Space Exploration Coordination Group (ISECG) clearly identify the Moon as the next logical destination and defined strategic goals and objectives for its exploration. Returning to the Moon not only yields fundamentally important science opportunities for our understanding of the Solar System but also allows us to test hardware and operational procedures for the exploration and utilization of space beyond Low Earth Orbit (LEO). The Human-Enhanced Robotic Architecture and Capability for Lunar Exploration and Science (HERACLES) is a joint mission under study by European Space Agency (ESA), Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) and Canadian Space Agency (CSA) with NASA and Roscosmos having observer status [e.g., 1]. Thus, HERACLES is an international effort in preparation of returning humans to the Moon and providing opportunities for unprecedented science utilizing the Lunar Orbital Platform-Gateway (Gateway). It is a sub-scale demonstration mission of human lunar exploration aiming for launch in the mid-2020's, and the vehicle is composed to test key components including the three following elements: The Lunar Ascent Element (LAE) will be provided by the ESA, the Lunar Descent Element (LDE) will be provided by the JAXA, and the rover will be provided by the CSA.
The coordination of the planning of science opportunities is performed by the multi-agency HERACLES Science Working Group (SWG). The SWG is also responsible for developing a mission science management plan to describe science themes and science payload instruments selection processes, and data/sample allocation policies. The SWG engaged the science communities of each country and organized the HERACLES international Science Definition Team (iSDT). The iSDT will generate a prioritized list of investigations and will provide input for the landing site selection.
Recently, the iSDT discussed the science scope of the HERACLES mission. The iSDT agreed that the following five non-prioritized topics are the most important lunar science themes that should be addressed by HERACLES; (1) crustal anorthosite composition and crystallization age, (2) mantle composition, (3) improvement of chronology with crater counting of young basalts (<2.5 Ga), (4) internal structure: surface, subsurface, crust, mantle and core, (5) mechanism of material transport (e.g., water) to the Moon. Furthermore, the iSDT has identified several potential landing areas to accomplish these science themes: Jackson crater, Moscoviense basin, Copernicus crater, Schrödinger basin and some young basalts in the Flamsteed region [2, 3].
By the way, the International Space Exploration Program Committee of the Advisory Committee for Space Science and Engineering organized the HERACLES Task Force and independently of SWG, is compiling to

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

recommendations on science and engineering of HERACLES mission. These reports will be submitted at the end of February 2019. These recommentdations will also be taken deeply as opinions of the Japanese scientific community and SWG will discuss how to reflect it in the SWG discussion in the future. In this presentation, we are going to report outcom of previous activities related to the HERACLES SWG and planned discussion within Japanese lunar science community of study in this SWG.

[1] Landgraf et al. (2018) LPSC 50th, abstract 1030; [2] Hiesinger et al. (2018) LPSC 50th, abstract 1327; [3] Karouji et al. (2018) LPSC 50th, abstract 1736.

キーワード：HERACLES、月探査、サンプルリターン計画
Keywords: HERACLES, Lunar Exploration, Sample Return mission

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Lunar Science for Landed Missions –High-Priority Landing Sites Visualized with NASA’s Moon Trek

*Brian Hamilton Day[1], Emily Law[2]

1. NASA Solar System Exploration Research Virtual Institute, NASA Ames Research Center, 2. NASA Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology

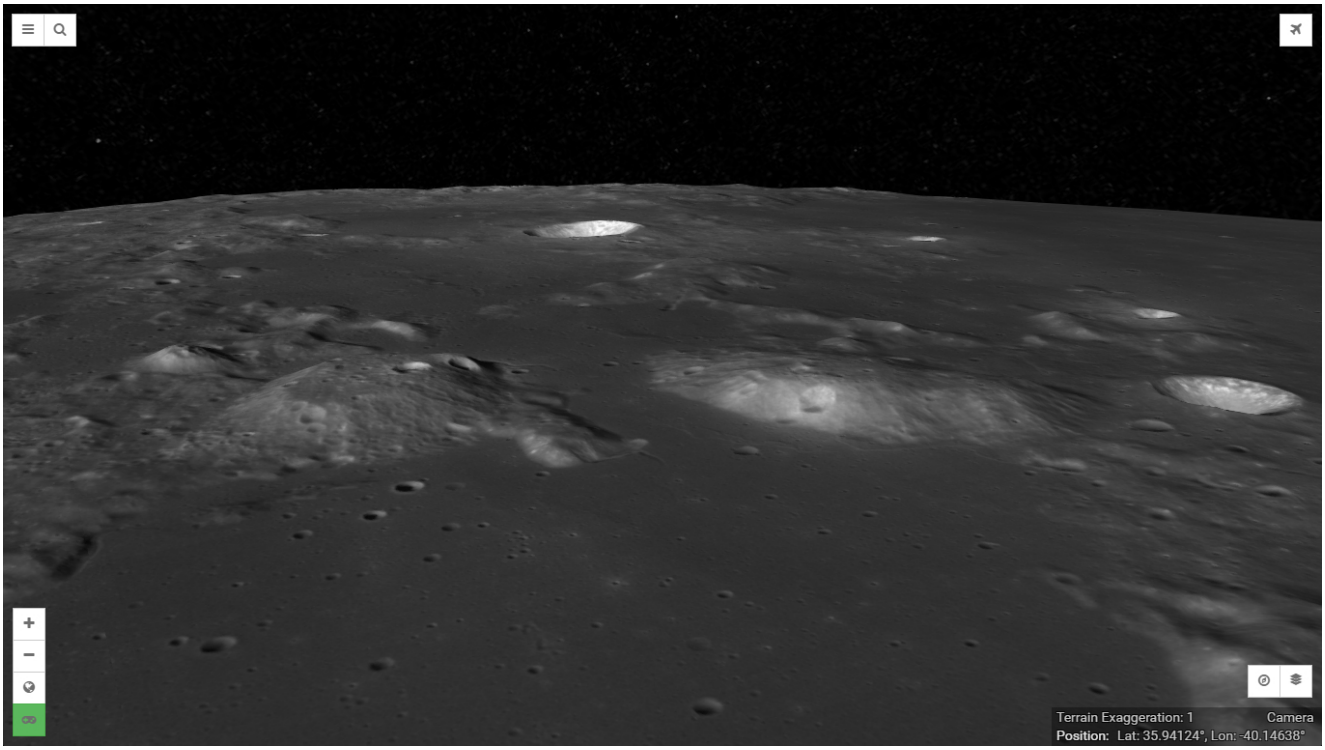
The Lunar Science for Landed Missions workshop was held on 10–12 January, 2018 at NASA Ames Research Center and was attended by lunar scientists, representatives from commercial companies, and representative of various international space agencies including the Japan Aerospace Exploration Agency and the European Space Agency. The workshop was cosponsored by the Solar System Exploration Research Virtual Institute (SSERVI) and the Lunar Exploration Analysis Group (LEAG). The primary goal of the workshop was to produce a set of high-priority landing site targets, generated by the lunar science community, for near-term lunar missions. The scope of such missions was aimed primarily, but not exclusively, at commercial exploration companies with interests in pursuing ventures on the surface of the Moon. The results of this workshop were published in a report that summarized the findings of the workshop and provided an analysis of priority landing sites and how missions to these sites would meet key science and exploration goals determined by NASA and the scientific community (Jawin, et al, 2019). This presentation for JpGU will review the landing sites advocated by the workshop, highlight characteristics that make them high-priority sites, and showcase the sites using visualizations generated using NASA’s Moon Trek data visualization and analysis portal (Day and Law, 2017).

Jawin, E. R., Valencia, S. N., Watkins, R. N., Crowell, J. M., Neal, C. R., & Schmidt, G. (2019). Lunar science for landed missions workshop findings report. Earth and Space Science, 6.

Day, B. H., Law, E. S., 2017, Moon Trek: An Interactive Web Portal for Current and Future Lunar Missions. EPSC Abstracts, Vol. 11, EPSC2017-100, European Planetary Science Congress 2017

Keywords: Moon, Lunar, Landing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

NASA SSERVI: Merging Science and Human Exploration

*Brad Eugene Bailey[1], Kristina Gibbs[1], Gregory Schmidt[1]

1. NASA

NASA's Solar System Exploration Research Virtual Institute (SSERVI) represents a close collaboration between science, technology and exploration, and was created to enable a deeper understanding of the Moon and other airless bodies. SSERVI is supported jointly by NASA’ s Science Mission Directorate and Human Exploration and Operations Mission Directorate. The institute currently focuses on the scientific asp ects of exploration as they pertain to the Moon, Near Earth Asteroids (NEAs) and the moons of Mars, but the institute goals may expand, depending on NASA's needs, in the future. The nine initial teams, selected in late 2013 were funded from 2014 - 2019, have expertise across the broad spectrum of lunar, NEA, and Martian moon sciences. An additional four teams were selected in 2017.

The research includes various aspects of the surface, interior, exosphere, near - space environments, and dynamics of these bodies. In addition, SSERVI has ten International Partners which collaborate with US teams NASA anticipates additional team selections in mid 2019 from the 3rd SSERVI Cooperative Agreement Notice call for proposals. Calls for proposals are issued every 2-3 years to allow overlap between generations of institute teams, but the intent for each team is to provide a stable base of funding for a five-year period.

SSERVI's mission includes acting as a bridge between several groups, joining together researchers from:

1) scientific and exploration communities, 2) multiple disciplines across a wide range of planetary sciences, and 3) domestic and international communities and partnerships.

The SSERVI central office is located at NASA Ames Research Center in Mountain View, CA. The administrative staff at the central office forms the organizational hub for the domestic and international teams and enables the virtual collaborative environment. Interactions with geographically dispersed teams across the U.S., and global partners, occur easily and frequently in a collaborative virtual environment. This talk will consist of an overview of SSERVI’ s mission, current US teams and International Partners.

Keywords: Moon, Asteroids, Lunar, Exploration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-PS 惑星科学

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_1

[P-PS08] 月の科学と探査

コンビーナ:長岡 央(宇宙航空研究開発機構)、鹿山 雅裕(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、西野 真木(宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)、諸田 智克(名古屋大学大学院環境学研究科)

2019年に月周回衛星「かぐや（SELENE）」は、観測終了から10年を迎える。かぐやによる月の物理・化学・地質データは、世界的にも月科学における基準データとなった。また、その後のLRO、GRAIL、LADEEやChang'e3といった海外ミッションも新たな成果を生み出している。現在、日本を含め世界各国では、着陸探査やサンプルリターン計画を含めた次期月探査計画の検討が精力的に進められている。本セッションでは新しい月科学の構築に向けて、月探査データを用いた研究成果の報告、SLIM計画を含む将来の月探査計画に関する議論、今後の探査データの解析に向けた提案、関連する理論や実験，試料分析の結果、搭載機器開発など、月科学に関する発表を広く受け入れる。

[PPS08-P01] 月の表面地形から推定する縦孔下の溶岩チューブ洞窟の空洞高さ

*本多 力[1] (1.火山洞窟学会)

[PPS08-P02] 衝突盆地のリング構造を用いた月初期のマグマ活動の痕跡調査

*池田 あやめ[1]、諸田 智克[2]、長岡 央[3] (1.名古屋大学理学部地球惑星科学科、2.名古屋大学大学院環境学研究科、3.宇宙航空研究開発機構)

[PPS08-P03] かぐや搭載マルチバンドイメージャによる月Crisium盆地及びMoscoviense盆地周辺の主要鉱物分布

我妻 雄史[1]、*平田 成[1]、山本 聡[2]、大竹 真紀子[3] (1.会津大学　コンピュータ理工学部、2.宇宙システム開発利用推進機構、3.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究本部 固体惑星科学研究系)

[PPS08-P04] 深層学習を用いた月スワール探索

*岩渕 祐里佳[1]、小川 佳子[1] (1.会津大学)

[PPS08-P05] 合成データを用いた深層学習による月面特徴の復元

*水流 晃一[1]、神山 徹[1]、中村 良介[1] (1.国立研究開発法人産業技術総合研究所)

[PPS08-P06] Evaluation of the influence of alkali elements on hydrogen solubility of clinopyroxene for estimating water content of lunar mantle

*村主 樹[1]、鈴木 昭夫[1]、鹿山 雅裕[1]、宮本 毅[2] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻、2.東北大学東北アジア研究センター)

[PPS08-P07] Preliminary examination of mineral structure effect on relative permittivity

*小林 真輝人[1]、新原 隆史[2]、宮本 英昭[2,1] (1.東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、2.東京大学工学系研究科システム創成学専攻)

[PPS08-P08] 電子反射法を用いた太陽風中での月面磁場強度推定

*川口 友暉[1]、原田 裕己[1]、斎藤 義文[2]、横田 勝一郎[3]、西野 真木[4]、臼井 英之[5]、三宅 洋平[6]、綱川 秀夫[7]、加藤 大羽[8] (1.京都大学理学研究科、2.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、3.大阪大学・理学研究科、4.名古屋大学宇宙地球環境研究所、5.神戸大学 大学院　システム情報学研究科、6.神戸大学計算科学教育センター、7.東京工業大学理学院地球惑星科学系、8.東京大学大学院理学系研究科)

[PPS08-P09] Objective and Current Development Status of Multi-Band Camera on SLIM

*仲内 悠祐[1]、佐伯 和人[2]、大竹 真紀子[1]、白石 浩章[1]、本田 親寿[3]、佐藤 広幸[1]、石原 吉明[4]、前田 孝雄[5]、大槻 真嗣[1]、坂井 真一郎[1]、澤井 秀次郎[1]、SLIM Project Team (1.宇宙航空研究開発機構、2.大阪大学、3.会津大学、4.国立環境研究所、5.中央大学)

[PPS08-P10] Monte Carlo simulation of neutron production and transport in the Moon: Effect of lunar subsurface water

*草野 広樹[1]、唐牛 譲[1]、長岡 央[1]、山下 直之[2]、晴山 慎[3] (1.宇宙航空研究開発機構、2.Planetary Science Institute、3.聖マリアンナ医科大学)

[PPS08-P11] **Exploration of ice deposits on the Moon using continuous seismic source system**

*永田 雄一郎[1]、辻 健[1,2]、宮本 英昭[9]、川村 太一[3]、新谷 昌人[4]、石原 吉明[5]、小川 和律[6]、小林 泰三[7]、唐牛 譲[8]、田中 智[10] (1.九州大学大学院工学府地球資源システム工学専攻、2.九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所、3.パリ地球物理研究所、4.東京大学地震研究所、5.国立研究開発法人 国立環境研究所、6.神戸大学、7.立命館大学、8.宇宙航空研究開発機構、9.東京大学、10.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所固体惑星科学研究系)

[PPS08-P12] Orbit determination of the Chang'E-5 Test 1 and a new gravity field model

*shanhong liu[1]、Jianguo Yan[1] (1.Wuhan University)

月の表面地形から推定する縦孔下の溶岩チューブ洞窟の空洞高さ
Estimation of lava tube cave height below the vertical hole from the surface topography of the Moon

*本多 力[1]
*Tsutomu Honda[1]

1. 火山洞窟学会
1. Vulcano-speleological Society

[はじめに] 米国のLROのデータによって作られた月面図LROC Quick Map(1)から縦孔近傍表面およびリルの傾斜率(sinα)を読み取り、その下にあると想定される溶岩チューブ洞窟の空洞高さを推定した。春山らの発見したMarius Hills Hole(MHH), Mare Tranquillitatis Hole(MTH), Mare Ingenii Hole(MIH)(2-5),さらにLacus Mortisの縦孔(6,7),Chandrayaan-1発見のリル構造(8),およびSinus Iridum Pit(9)ついても検討した。溶岩の流れの方向が不明なものは周りの傾斜角度が最も高い角度を示す方向を用いた。空洞高さはチューブ内の溶岩（ビンガム流体）流動限界条件H=nfb/(ρgsinα) より求めた(10-12),ここでn=4でHは円形断面チューブ高さ、n=3でHは有限幅矩形断面チューブ高さ、n=2でHは無限幅矩形断面チューブ高さを示す。ここで、重力加速度g=1.62m/sec^2, 溶岩密度ρ=2500kg/m^{3}とし、降伏値はfb=100Pa および200Paを用いた(13)。**[Marius Hills Hole(MHH)]** MHHは直径57ｍx48m,深さ48ｍ,天井厚さ31m,空洞高さ17mである。 MHHの存在する近傍のリル表面の傾斜角度を0.28度から0.69度の範囲にあると考え、溶岩降伏値100Pa~200Paでチューブ高さを求めた。有限幅矩形断面チューブに対して100Paでは高さ15.4mとなり、MHHの空洞高さ17mに近い値を示している。**[Mare Tranquillitatis Hole(MTH)]** MTHは直径99mx84m,深さ107ｍ,天井厚さ47m,空洞高さ60mである。 MTH近傍の傾斜角度で最も高い方向の傾斜角度0.62度を用いた。有限幅矩形断面チューブ高さは100Pa~200Paで6.7m~13.5mとなり、空洞高さ60mと比べて小さい。チューブの傾斜角度はもっと低い可能性がある。**[Mare Ingenii Hole(MIH)]** MIHは直径103mx66m,深さ37~63mである。MIH周りの方向で最も高い傾斜角度0.21度を使う。有限幅矩形断面チューブ高さは100Pa~200Paで20m~40mとなり、縦孔深さ37~63mであるので天井厚さは20m程度とみられる。**[Lacus Mortisの縦孔]** Lacus Mortisの縦孔は直径60mx100m,深さ114mである。縦孔周りの方向で最も高い傾斜角度は1.2度である。有限幅矩形断面チューブ高さは100Pa~200Paで3.7m~7.4mとなり、縦孔深さ114mであるので天井厚さはかなり厚いとみられる。**[Chandrayaan-1発見のリル]** リル中央部の未崩落部分の傾斜角度は0.93度である。有限幅矩形断面チューブ高さは100Pa~200Paで4.6m~9.2mとなる。未崩落部分の両端のリル深さは8m~17mであることを考えるとリルの未崩壊天井の下に空洞が存在するとすれば天井厚さは極めて薄いとみられる。**[Sinus Iridum Pit]** Sinus Iridum Pitは直径70mx30m,深さ20mである。Sinus Iridum Pit周りの方向で最大の傾斜角度は0.83度である。有限幅矩形断面チューブ高さは100Pa~200Paで5.1m~10.2mとなる。天井厚さは10m~15m程度であろう。

[おわりに]溶岩チューブ洞窟の空洞高さの推定値のまとめを表１に示す。溶岩チューブ洞窟があるとしてその空洞高さをLROC Quick Mapから表面の傾斜率を求めて推定した。溶岩チューブ洞窟存在策定の目安になると考えられる。ただし、チューブ形成後の地殻変動などにより、表面下の実際の溶岩チューブの傾斜率と異なる可能性はある。推定された空洞高さはあくまでも目安でありさらなる詳細な検討と探査による実証が期待される。

参考文献：(1)LROC Quick Map:https://quickmap.lroc.asu.edu/.**(2)**Haruyama J, et al., (2009):Geophys.Res.Lett.36,L21206.**(3)**Haruyama J, et al.,(2010):41st LPS Conf. 1285.**(4)**Haruyama,J.et al,(2012):Moon,Chap6,pp139-163,Springer.**(5)**Robinson MS, et al.,(2012):Planet.Space Sci.69,18–27.**(6)** Wagner RV, Robinson MS,(2014):Icarus 237,52-60.**(7)**Ik-Seon Hong,et al.,(2015):J.Astron.Space Sci.32(2),113-120.**(8)**A.S.Arya,et al(2010):41st LPS Conf.,1484.**(9)** R.V.Wagner et al.,(2015):2nd International Planetary Caves Conf.,9021.pdf.**(10)**本多力(2015):第59回宇宙科学技術連合講演会,3D02.**(11)**

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

本多力(2017):第61回宇宙科学技術連合講演会,1B11.(12)本多力(2018):第62回宇宙科学技術連合講演会,3D02.(13)Moore,H.J.et al.,(1975):Proc.6th Lunar Science Conf.,p101-118.

キーワード：月、縦孔、溶岩チューブ
Keywords: Moon, pit, lava tube

表１　縦孔/Rille下に想定される溶岩チューブ洞窟の空洞高さの推定値

縦孔/Rille	降伏値: fb	傾斜率:sinα	傾斜角度: α	円形断面チューブ高さ: H=4fb/(ρgsinα)	有限幅矩形断面チューブ高さ: H=3fb/(ρgsinα)	無限幅矩形断面チューブ高さ: H=2fb/(ρgsinα)
Marius Hills Hole(MHH) 直径57mx48m,深さ48m, 天井厚さ31m, 空洞高さ17m	100Pa	0.0128	0.78°	7.7m	5.8m	3.9m
	200Pa	0.0128	0.78°	15.4m	11.6m	7.7m
	100Pa	0.0048	0.28°	20.6m	15.4m	10.3m
	200Pa	0.0048	0.28°	41.2m	30.9m	20.6m
Mare Tranquillitatis Hole (MTH) 直径99mx84m, 深さ107m,天井厚さ47m, 空洞高さ60m	100Pa	0.0110	0.62°	9.0m	6.7m	4.5m
	200Pa	0.0110	0.62°	18.0m	13.5m	9.0m
Mare Ingenii Hole(MIH) 直径103mx66m, 深さ37m~63m	100Pa	0.0037	0.21°	26.7m	20m	13.3m
	200Pa	0.0037	0.21°	53.4m	40m	26.7m
Lacus Mortis Pit 直径60mx100m, 深さ114m	100Pa	0.0201	1.2°	4.9m	3.7m	2.5m
	200Pa	0.0201	1.2°	9.8m	7.4m	4.9m
Rille found by Chandrayaan-I 深さ8m~17m	100Pa	0.0162	0.93°	6.1m	4.6m	3.1m
	200Pa	0.0162	0.93°	12.2m	9.2m	6.2m
Sinus Iridum Pit 直径70mx30m, 深さ20m	100Pa	0.0145	0.83°	6.8m	5.1m	3.4m
	200Pa	0.0145	0.83°	13.6m	10.2m	6.8m

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

衝突盆地のリング構造を用いた月初期のマグマ活動の痕跡調査
Detecting mare basalts intruded into the crust on the early Moon

*池田 あやめ[1]、諸田 智克[2]、長岡 央[3]
*Ayame Ikeda[1], Tomokatsu Morota[2], Hiroshi Nagaoka[3]

1. 名古屋大学理学部地球惑星科学科、2. 名古屋大学大学院環境学研究科、3. 宇宙航空研究開発機構
1. Department of Science, Nagoya University, 2. Graduate School of Enviromental Studies, Nagoya University, 3. Japan Aerospace Exploration Agency

アポロ計画で持ち帰られた月の玄武岩試料の年代分析から, 月のマグマ活動は39–30億年前に活発であったと考えられている[e.g., Nyquist and Shih, 1992]. 一方で, 月隕石に含まれる角礫化した玄武岩片の年代が43億年前と見積もられ [Terada et al., 2007], このことは39億年前以前もマグマ活動があったことを示している. また, 米探査機GRAILによって得られた精密な重力異常データから, 地殻に貫入したマグマが原因と考えられる線状の高重力異常が全球的に発見され [Andrews-Hanna et al., 2013], それらの形成年代は盆地形成と同時期かそれよりも前と見積もられることからも [Sawada et al., 2016], 太古にマグマ活動があったことは確実視されている. しかしながら, 盆地形成以前のマグマの大部分は表面に噴出していないと考えられるため, 古い時代のマグマ活動の規模や時間変化は未解明である. そこで本研究では古い時代の海のマグマ活動の規模を知るために盆地形成以前の玄武岩を月表面で探索するとともにその量の推定を行うことを目的とする.

本研究では月表面の衝突盆地 (直径300 km以上の衝突クレータ) のリング地形に着目した. 衝突盆地のリング地形は盆地形成時に掘削された地殻物質が堆積した地形である. よって, 盆地形成時までに地殻に貫入したマグマの記録をよく保持していると期待される. 本研究では地殻をすべて掘削したと考えられているCrisium盆地のリングを研究対象とする.

月周回衛星「かぐや」搭載の地形カメラとマルチバンドイメージャによって得られた地形データと分光画像データを使用し, 複数の指標を用いた多段階の玄武岩探索を行う. 一般に月の玄武岩は15 wt%以上のFeO量を持ち, 高Ca輝石を主要成分とするため, 950 nmから長波長側に広がった吸収スペクトルを示す. この特徴を利用して, まず宇宙風化度指標OMATによる新鮮領域の抽出を行い, さらに高FeO量領域を抽出した上で, 950 nmでの吸収深さに対する1050 nm, 1250 nmでの吸収深さが相対的に高い領域を玄武岩と判定した.

Crisium盆地のリング上の新鮮領域における平均FeO量は6.75 wt% であった. また, 玄武岩の占有面積はリング全域に対して1.3×10^{-3} %と明らかに小さいことから, Crisium形成以前に大規模なマグマ貫入が起こっていたとは考えにくい. しかしリングの複数の領域で小規模ながら玄武岩質組成を持つ領域が見つかった. 発見された領域は数百mサイズのクレータに対応しており, 周囲からの飛来物ではなく, リングの構成岩石を掘削したものと考えられる. このことはCrisium盆地形成以前にマグマ活動が起こっていたことを示す.
次に, Crisium形成以前と以後のマグマ活動度の比較を行った. 地殻形成から盆地形成までの期間と, 盆地形成から海の形成終了までの経過時間は共に約5 億年と見積もられることから, 両者のマグマ活動度は体積によって比較可能である. リング表面で観測された平均のFeO量と玄武岩の占有面積から, 玄武岩の構成割合の上限は, 1.4 %と見積もられ, 貫入した玄武岩の総体積の上限は1.2×10^{4} km^3 と推定される. 一方で, 盆地形成後にMare Crisiumをつくったマグマの体積は2.0×10^{5}–7.2×10^{5} km^3 [Mulis et al., 1992; Solomon and Head, 1980] と見積もられることから, この領域での盆地形成前のマグマ活動は海が形成された時代 (40–35億年前) のマグマ活動より小規模であった可能性が示唆される.

キーワード：月、クリシウム盆地、海の玄武岩
Keywords: the Moon, Crisium basin, Mare basalt

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

かぐや搭載マルチバンドイメージャによる月Crisium盆地及びMoscoviense盆地周辺の主要鉱物分布
Distribution of major minerals around the Crisium and Moscoviense basins of the Moon revealed by SELENE Multiband Imager

我妻 雄史[1]、*平田 成[1]、山本 聡[2]、大竹 真紀子[3]
Yuji Agatsuma[1], *Naru Hirata[1], Satoru Yamamoto[2], Makiko Ohtake[3]

1. 会津大学　コンピュータ理工学部、2. 宇宙システム開発利用推進機構、3. 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究本部 固体惑星科学研究系
1. Dep. of Computer Science and Engineering, Univ. of Aizu, 2. J-spacesystems, 3. Department of Planetary Science, Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency

月地殻とマントルを構成している主要鉱物であるカンラン石、斜長石、高Ca輝石、低Ca輝石が月表層にどのように分布しているかは、月内部の鉛直構造や、その地域差の有無を知る手がかりとなる。リモートセンシングによって取得されたスペクトルデータを用い、各鉱物に特徴的な吸収が存在する場所を探索するというアプローチは有力な方法であり、これまでいくつかの成果が報告されている（カンラン石: Yamaoto+, 2010; 斜長石: Yamamoto+, 2012; HCP: Yamamoto+, 2015; LCP: Nakamura+, 2012）。前記の先行研究は、月探査機かぐやに搭載されたSPのデータを用いたものである。SPは高い波長分解能をもち、点分光器であるため空間解像度は500 m程度であり、観測点も月全球を覆ってはいるが稠密ではない。

本研究では、同じくかぐやに搭載されたマルチバンドイメージャ(MI)のマルチバンド画像を用いて先行研究と同様の鉱物スペクトルのサーベイを試みた。MIはイメージャであり、高い空間分解能（可視域20 m、近赤外域60 m）を持つとともに、全球をほぼ完全に覆う観測を実施している（全球データセットの名目分解能14 m/pixel）。このため、各鉱物の吸収特徴を示す露頭の分布を先行研究より明瞭に示すことが可能である。一方、MIは可視域から近赤外域の9バンド8波長のみを観測しているため、波長方向の情報量はSPより劣る。そこで、先行研究で報告されている各鉱物の露頭のSPによるスペクトルをテンプレートとして、これにマッチする吸収形状と吸収深さを示す地点をサーベイすることとした。今回対象としたのは、Crisium盆地及びMoscoviense盆地の周辺である。いずれも先行研究でカンラン石、斜長石、高Ca輝石の露頭の存在が報告されている。

解析の結果、両対象地域に対して各鉱物の露頭の分布を明らかにすることができた。先行研究と比較して、盆地周辺の露頭の分布の特徴がより明瞭になっている。発表では、得られた露頭の分布を元に、解析対象地域の地下構造、盆地の形成メカニズムについて議論する。

キーワード：月、マルチバンドイメージャ、カンラン石、斜長石、高Ca輝石、低Ca輝石
Keywords: Moon, multiband imager, olivine, plagioclase, HCP, LCP

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

深層学習を用いた月スワール探索
Searching for lunar swirls with deep learning

*岩渕 祐里佳[1]、小川 佳子[1]
*Yurika Iwabuchi[1], Yoshiko Ogawa[1]

1. 会津大学
1. The University of Aizu

Lunar swirls are winding high albedo patterns not-correlated with topography.They have irregular shapes, distributions, and various spatial scales. About 10 swirls have been discovered so far by visual inspection. However, it is expected there would be more swirls. We have been working on applying Deep Learning to automaticallyfind lunar swirls candidates of small-medium size especially.

The objective of this study is building and updating learning models for automatic identification of lunar swirls and evaluating the models. We aim to search for lunar swirls with Deep Learning. We set the target area in Mare Ingenii area (20˚-50˚S, 150˚-180˚E).

The point to identifying swirl is to distinguish albedo features (swirls) from shading patterns (non-swirls). Therefore, we allocated two kinds of data to the 3 bands in RGB image: Camera imager for R band, and topography data for G and B bands following Kato et al. [2018].As camera image, we use the Multi-band Imager (MI) data from Kaguya satellite. As for DEM data, the data of SLDEM2013 are used. By creating such unique “Combined Image”, we can combine different kinds of information collectively as one image.

We built learning models using the framework of Caffe. We increased variation and quantity of training data to collect data from all confirmed swirl areas and to rotate original images in 3 directions. Totally 212 images (each image covers 1 by 1 deg.) were used as training data. We prepared correct answer data in target area and conduct cross validation for evaluation of results and models. The model building and evaluation were sequentially cycled.

Running the latest learning model, we found 275 images as swirl candidate scenes out of 832 images in the Mare Ingenii. Focusing on True positive rate, the best swirl detection was performed by the learning model built based on training data set which increases variation and quantity of swirl images and ratio of swirl images to non-swirl images.

キーワード：スワール、深層学習、月、自動検出、探査データ
Keywords: swirl, deep learning, Moon, automatic detection, exploration data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

合成データを用いた深層学習による月面特徴の復元
Lunar surface feature reconstruction by deep learning using synthetic data

*水流 晃一[1]、神山 徹[1]、中村 良介[1]
*Koichi Tsuru[1], Toru Kouyama[1], Ryosuke Nakamura[1]

1. 国立研究開発法人産業技術総合研究所
1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Various machine learning methods have been proposed to detect lunar surface features such as craters and boulders from satellite imagery. However, many of them need a huge manual effort to create a training data set even to solve one task.

Hence, so far, we have focused on several algorithms based on Generative Adversarial Networks (GANs) that enable highly accurate image generation even from a small amount of training set, and we examined to use Cycle-Consistency Adversarial Networks (CycleGAN) which can learn translation relationship between two image groups, such as a group of Moon surface images and a group of crater maps, for crater detection on the Moon surface. The CycleGAN does not require paired images, whereas it learns the relationship between the two image groups with an unpaired training manner, and images in one of the two groups can be simulated label data.

Initially, we tried to translate a satellite imagery to a labeled image (i.e. crater map), in which the labeled image is produced by simulations based on statistical crater size-frequency distribution. Although it could reduce the annotation cost drastically by the automatic generation of the label data, we found that the learning was not stable and not precise because the texture was too different between the satellite imagery and the simple labeled image. Then, we considered that, in order to improve the performance, it is necessary to train a network with multiple feature labels (i.e. lunar surface elevation, albedo, and shadow maps, and crater and boulder distributions) that characterize the appearance of the Moon surface to be observed.

In this work, we adopted a two-step deep learning framework with fine-tune models trained by 1) generating feature labels from a modeled surface image which is based on given feature labels, and synthesizing the labels to generate a lunar surface image that is compared with the original one to check the network performance (at the same time the generated feature labels are also compared with given ones), and then 2) generating feature labels from actual observed data and again synthesizing the labels to generate a lunar surface image to be compared with the actual image. The good advantage of using modeled data and labels as training data is that it becomes easier to cover complicated and enormous amount of possible observation conditions which is necessary for analyzing actual observation data. In addition, highly precise inference can be possible by the simulation even when the existing observation data of a target object covers only insufficient observation conditions.

In the proposed framework, we employed two generative networks that reconstruct terrain features from satellite imagery and to synthesize satellite imagery from terrain features. By applying cycle-consistency for the training that is measured from similarity between the resynthesized satellite image from “reconstructed” features and the original, the actual terrain features are not required in the training

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

phase.

We prepared DEM, albedo map, crater map, boulder map, and shadow map as features for the reconstruction of a target region. In this presentation, we show the results of feature reconstruction from the actual observed SELENE Terrain Camera imagery.

キーワード：月、地物検出、深層学習、SELENE
Keywords: Moon, Feature Detection, Deep Learning, SELENE

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Evaluation of the influence of alkali elements on hydrogen solubility of clinopyroxene for estimating water content of lunar mantle

*村主 樹[1]、鈴木 昭夫[1]、鹿山 雅裕[1]、宮本 毅[2]
*Miki Muranushi[1], Akio Suzuki[1], Masahiro KAYAMA[1], Tsuyoshi MIYAMOTO[2]

1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. 東北大学東北アジア研究センター
1. Graduate school of Science, Tohoku university , 2. Center for Northeast Asian Studies, Tohoku university

In the early history of lunar exploration, lunar samples returned by the Apollo missions revealed that volatile elements are depleted on the Moon. Almost all volatile components were thought to be eliminated by the giant impact event that probably led to the formation of the Moon. However, recent microanalyses of lunar samples have discovered hydroxyl or water in the constituent minerals. These observations suggest that the lunar mantle may not be entirely dry and contain water to same extent as the Earth’s mantle. The lunar volcanic glasses of Apollo 15 and 17 were measured by SIMS and about 4-46 ppm water were detected (Saal et al., 2008). Hui et al. (2013, Nature Geosci.) detected up to 2.7 ppm water in plagioclase grains from the lunar highland crust sample. They suggest that the initial water content of the lunar magma ocean (LMO) reaches approximately 320 ppm water content. As a result of these studies, water content and the process that the moon got water has attracted a lot of attention. Since no indigenous hydrous minerals have been found in the moon, it is likely that anhydrous mineral possess water as a reservoir in the lunar mantle. Water exists in the Earth’s mantle as hydrous mineral, anhydrous mineral, silicate melt, liquid water, and their intermediate form. In the Earth’s mantle, hydrogen may be incorporated as defects in nominally anhydrous minerals (NAMs) such as Olivine, pyroxene and garnet. (e.g., Smyth et al., 1991). Especially, clinopyroxene (Cpx) shows the maximum water content in the upper mantle xenolith (Inglin and Skogby, 2000). Cpx has possibility of being water reservoir in the lunar mantle due to its crystal structure and chemical composition.
Nakamura et al. (2012) confirmed the presence of calcium rich pyroxene in the South Pole-Aitken (SPA). It is possible that the lunar upper mantle has been excavated and exposed in SPA (Cintala and Grieve, 1998; Lucey et al., 1998). Cpx is likely to be one of the major minerals of the lunar mantle as well as the earth.
Since there is less hydrous mineral in the Moon, water should concentrated in KREEPy basalt that assumed to be the final part of the lunar magma ocean solidification. In this study, we target the measurement of hydrogen solubility of Cpx crystallized from alkali-rich magma.
We conducted a high temperature and high pressure experiment at 1 GPa using a piston cylinder apparatus at Bayreiches Geoinstitut, Germany. Starting material is the natural alkali basalt powder (Haku-4 reported by Kuritani et al., 2009), adding ~5 wt. % water with a micro-syringe. For the Fourier Transform Infrared (FT-IR) analysis, it is necessary to produce Cpx crystals larger than 50 μm. Therefore, in order to considerate conditions suitable for sample synthesis, we conducted several experiments that the initial temperature, cooling rate, the temperature after cooling and the retention time were changed. We report the conditions that succeeded in creating the Cpx large enough for FT-IR analysis and the future plans.
Funding acknowledgment: This work was partially supported by the JSPS Japanese-German Graduate Externship.

キーワード：無水鉱物、月のマントル構成鉱物、アルカリ玄武岩
Keywords: nominally anhydrous minerals , lunar mantle , alkali basalt

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Preliminary examination of mineral structure effect on relative permittivity

*小林 真輝人[1]、新原 隆史[2]、宮本 英昭[2,1]
*Makito Kobayashi[1], Takafumi Niihara[2], Hideaki Miyamoto[2,1]

1. 東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、2. 東京大学工学系研究科システム創成学専攻
1. Department of Earth and Planetary Science, School of Science, University of Tokyo, 2. Department of Systems Innovation, School of Engineering, University of Tokyo

The surface of the Moon is covered with regolith formed by the bombardment of meteorites and micro-meteorites. Although drill core samples collected during Apollo missions revealed that the subsurface (1-2 m) structure changes vertically over centimeter to meter scales at landing sites, deeper (> 10 m) structure and spatial continuity is still unknown. Ground Penetrating Radar (GPR) can detect potential variations in subsurface structure which result in permittivity contrasts, therefore, understanding of factors that affect the permittivity of the regolithis important.

Relative permittivity depends on multiple factors such as radar frequency, porosity, temperature, moisture content and chemical composition (e.g., Campbell and Ulrichs, 1969). Correlation between Ti and Fe concentration and the relative permittivity of Apollo samples was previously addressed by Shkuratov and Bondarenko(2001). On the other hand, Fa and Wieczorek (2012) reported that there was no correlation between chemical composition and relative permittivity althoughthe bulk density varied between samples in this study. Because previous workshave not focused specifically on the influence of mineral composition (while keeping bulk density and composition constant), we prepared samples to isolate the influence of mineral composition on relative permittivity.

Bulk density of regolith mostly depends on porosity and the constituent minerals among samples which have the same bulk chemical composition. Lunar regolith contains Fe- and/or Ti-bearing spinel minerals and other oxide minerals (e.g. ilmenite, magnetite, armarcolite), andthe abundance of those minerals depends on the sample. Differences in abundance of constituent minerals indicate different origins of precursor rocks. If we can detect the permittivity contrast resulting from those mineral differences, it could help further our understanding of the subsurface structure and evolution of surface of the Moon. Therefore, we examine whether crystal types of opaque minerals with the samechemicalcomposition affect the relative permittivity.

We prepare a mixture of rutile and iron oxide (II) to create same chemical composition as ilmenite. Porosities of samples are uniform (40%), therefore, densities of the mixture and ilmenite samples are 2.96 and 2.90, respectively. In order to avoid the effect of moisture content, samples are dried for a few days, and we then measure the relative permittivity using a coaxial probe in the range of 1 MHz to 6 GHz at room temperature.

There is a difference of relative permittivity of about 3.6-4.2 when comparing the mixture (10.6-10.7) with ilmenite (6.4-7.0). This result indicates that crystal structure can affect the relative permitivity.In this presentation, we will discuss the effect in more detail.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

References:

Campbell, Malcolm J., and Juris Ulrichs. "Electrical properties of rocks and their significance for lunar radar observations." *Journal of Geophysical Research* 74.25 (1969): 5867-5881.

Fa, Wenzhe, and Mark A. Wieczorek. "Regolith thickness over the lunar nearside: Results from Earth-based 70-cm Arecibo radar observations." *Icarus* 218.2 (2012): 771-787.

Shkuratov, Yurij G., and Nataliya V. Bondarenko. "Regolith layer thickness mapping of the Moon by radar and optical data." *Icarus*149.2 (2001): 329-338.

キーワード：比誘電率、地中レーダ、月レゴリス、イルメナイト
Keywords: relative permittivity, GPR, lunar regolith, ilmenite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

電子反射法を用いた太陽風中での月面磁場強度推定
Lunar surface magnetic field intensity in the solar wind inferred from electron reflectometry

*川口 友暉[1]、原田 裕己[1]、斎藤 義文[2]、横田 勝一郎[3]、西野 真木[4]、臼井 英之[5]、三宅 洋平[6]、綱川 秀夫[7]、加藤 大羽[8]
*Tomoki Kawaguchi[1], Yuki Harada[1], Yoshifumi Saito[2], Shoichiro Yokota[3], Masaki N Nishino[4], Hideyuki Usui[5], Yohei Miyake[6], Hideo Tsunakawa[7], Daiba Kato[8]

1. 京都大学理学研究科、2. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、3. 大阪大学・理学研究科、4. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、5. 神戸大学 大学院　システム情報学研究科、6. 神戸大学計算科学教育センター、7. 東京工業大学理学院地球惑星科学系、8. 東京大学大学院理学系研究科
1. Dept. Geophysics, Kyoto Univ., 2. Solar System Science Division, Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 3. Graduate School of Science, Osaka University, 4. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 5. Graduate school of system informatics Kobe University, 6. Education Center on Computational Science and Engineering, Kobe University, 7. Deparment of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology, 8. The University of Tokyo

月は、全球的な固有磁場や大気を保持しない天体であり、昼側月面の大部分は地球磁気圏内に存在する時期以外は太陽風に曝されている。太陽風のほとんどは月表面に衝突し吸収される。しかし、月面には磁気異常と呼ばれる地殻起源の磁場によって太陽風から局所的にシールドされている地域も存在する。このような月地殻磁場と太陽風の相互作用を理解することは、月周辺プラズマ環境の全容を解明するために重要である。これまでに、主に強い磁気異常での太陽風との相互作用の研究は進められているが、全球的な月面磁場強度の変化は明らかになっていない。

地殻磁場強度の月面分布は電子反射法を用いて調査されてきた。電子反射法は、月周辺電子の磁気ミラー効果を利用して、月地殻磁場によって反射された電子のロスコーン角から月面での磁場強度を遠隔計測する手法である。従来の電子反射法では、月地殻磁場自体の強度を計測するために、太陽風プラズマの影響が少ない月の夜側や地球磁気圏尾部ローブ内で得られたデータが用いられてきた。この手法を、月面昼側で太陽風に曝されている時のかぐやのデータに応用すると、全球的に磁場が強くなる傾向が得られた。

本研究では、月探査衛星「かぐや」に搭載された電子分析器 MAP-PACE-ESA-S1、-S2 と磁場観測装置 MAP-LMAG によって取得されたデータを用い、月地殻磁場により反射された太陽風電子について解析を行った。昼側月面が太陽風に曝されている時に計測された異なるエネルギー帯ごとの電子ピッチ角分布を解析し、月面磁場強度を調べた。異なるエネルギー帯を調べることで、電子のピッチ角分布にエネルギー依存性が存在することが見られた。これは、月面と衛星間の電位差や電子とイオンの動きで生じる電場が影響していると考えられる。本発表では、エネルギー依存性を加味した月面磁場強度と太陽風動圧の関係について議論する。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Objective and Current Development Status of Multi-Band Camera on SLIM

*仲内 悠祐[1]、佐伯 和人[2]、大竹 真紀子[1]、白石 浩章[1]、本田 親寿[3]、佐藤 広幸[1]、石原 吉明[4]、前田 孝雄[5]、大槻 真嗣[1]、坂井 真一郎[1]、澤井 秀次郎[1]、SLIM Project Team
*Yusuke Nakauchi[1], Kazuto Saiki[2], Makiko Ohtake[1], Hiroaki Shiraishi[1], Chikatoshi Honda[3], Hiroyuki Sato[1], Yoshiaki Ishihara[4], Takao Maeda[5], Masatsugu Otsuki[1], Sin-ichiro Sakai[1], Shujiro Sawai[1], SLIM Project Team

1. 宇宙航空研究開発機構、2. 大阪大学、3. 会津大学、4. 国立環境研究所、5. 中央大学
1. Japan Aerospace Exploration Agency, 2. Osaka University, 3. Aizu University, 4. National Institute for Environmental Studie, 5. Chuo University

Smart Lander for Investigating Moon (SLIM) project is on going in JAXA. The main objective of this project is to demonstrate various techniques for “pin-point landing” on the moon. SLIM spacecraft is a small lander. It is designed to achieve “pin-point landing” to 100 meter-order error circle. In order to “pin-point landing” of this level, SLIM mission will demonstrate new image-based onboard navigation system and autonomous landing along with several other new technologies (e.g. “tow stage” landing sequence, metal shock absorbers). The SLIM spacecraft weight is ~730 kg wet mass and ~200 kg class dry mass, both of which are more lightweight than previous lunar landers. The spacecraft will be launched with a Japanese rocket H-IIA in 2021 or 2022. Landing on (25.2ºE, 13.3ºS) located in the west of Mare Nectaris is planned.

After landing, SLIM project is planning to observe around landing site using Multi-Band Camera (MBC). The observational mission is positioned as extra success. MBC will observe olivine and estimate Mg# of it. MBC is a compact VIS-NIR camera composed of an imaging sensor (InGaAs), a filter-wheel with 10 band-pass filters, a telephoto optical system, and a movable mirror for panning and tilting. The sensor has sensitivity at wavelength from 700 to 1700 nm, which covers the characteristic ab-sorption bands of lunar minerals. The telephoto optical system can focus on an object from 1.5 to 30 m distance. The imaging sensor has 640 ×512 pixels with 20 μm pitch. The 4º field of view corresponds to the spatial sampling of 1.3 mm per pixel at 10 m from the lander. Using the movable mirror, observable scanning area is ~50º in azimuth and ~70º in elevation. This makes it possible to observe the size distribution of boulders around the lander. The observation wavelength of band pass filters were selected 10 bands: 750, 920, 950, 970, 1000, 1050, 1100, 1250, 1550, and 1650 nm. The width of their bands is 30nm.

キーワード：月、SLIM、反射スペクトル、カンラン石
Keywords: Moon, SLIM, reflectance spectra, Olivine

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Monte Carlo simulation of neutron production and transport in the Moon: Effect of lunar subsurface water

*草野 広樹[1]、唐牛 譲[1]、長岡 央[1]、山下 直之[2]、晴山 慎[3]
*Hiroki Kusano[1], Yuzuru Karouji[1], Hiroshi Nagaoka[1], Naoyuki Yamashita[2], Makoto Hareyama[3]

1. 宇宙航空研究開発機構、2. Planetary Science Institute、3. 聖マリアンナ医科大学
1. Japan Aerospace Exploration Agency, 2. Planetary Science Institute, 3. St. Marianna University School of Medicine

The intensity of thermal, epithermal, and fast neutrons emitted from a planetary surface provides information on the surface elemental composition, particularly on the hydrogen abundance. In an airless planetary surface, the galactic cosmic rays produce fast neutrons via nuclear interactions in the subsurface materials within a depth of tens centimeters. Then, the fast neutrons are moderated by interactions with subsurface materials including the secondary neutron production. This neutron transport process is terminated at the thermal neutron capture or the neutron leakage from surface. Because the hydrogen atom has a large elastic scattering cross section for a neutron and a nearly identical mass as a neutron, neutrons are efficiently moderated by the elastic scattering with hydrogen atoms. Therefore, the leakage neutron intensity strongly depends on the hydrogen abundance as well as the surface elemental composition. Neutron spectroscopy is thus well suited to detect subsurface water which may present at the lunar polar region. It is essential to obtain the abundance and distribution of lunar subsurface water from the viewpoint of planetary science and space resources for future manned activities.
In this study, the neutron production and transport in the Moon was modeled by Monte Carlo simulation with Geant4 10.3.p03. The effect of subsurface hydrogen abundance and spatial distribution was studied for in-situ water search in future lunar polar landing explorations. The leakage neutron intensity produced by protons and alpha particles in galactic cosmic rays was calculated for the lunar highland composition mixed with various amounts of hydrogen. The production depth and flux of subsurface neutrons, and the production depth of leakage thermal, epithermal, and fast neutrons were also calculated. It was confirmed that the leakage neutron intensity depends on the subsurface hydrogen abundance. The epithermal neutron intensity is particularly sensitive to the presence of subsurface hydrogen. Most of the leakage neutrons were produced within a depth of about 100 g/cm^2, which means that the neutron spectroscopy is mainly sensitive to the subsurface water in the top of surface with about 50 cm in depth depending on the surface density. When a dry layer presents at the top of surface, the leakage neutron intensity was found to depend on the dry layer thickness. The variation of leakage neutron intensity was detectable for the dry layer thickness less than about 80 g/cm^2. The behavior of lunar subsurface neutrons and its sensitivity for lunar subsurface water will be presented and discussed.

キーワード：月の水、月極域、月着陸探査、中性子分光、銀河宇宙線、モンテカルロシミュレーション
Keywords: Lunar water, Lunar polar region, Lunar landing exploration, Neutron spectroscopy, Galactic cosmic ray, Monte Carlo simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Exploration of ice deposits on the Moon using continuous seismic source system

*永田 雄一郎[1]、辻 健[1,2]、宮本 英昭[9]、川村 太一[3]、新谷 昌人[4]、石原 吉明[5]、小川 和律[6]、小林 泰三[7]、唐牛 譲[8]、田中 智[10]
*Yuichiro Nagata[1], Takeshi Tsuji[1,2], Hideaki Miyamoto[9], Taichi Kawamura[3], Akito Araya[4], Yoshiaki Ishihara[5], Kazunori Ogawa[6], Taizo Kobayashi[7], Yuzuru Karouji[8], Satoshi Tanaka[10]

1. 九州大学大学院工学府地球資源システム工学専攻、2. 九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所、3. パリ地球物理研究所、4. 東京大学地震研究所、5. 国立研究開発法人 国立環境研究所、6. 神戸大学、7. 立命館大学、8. 宇宙航空研究開発機構、9. 東京大学、10. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所固体惑星科学研究系
1. Department of Earth Resources Engineering, Kyushu University, 2. International Institute for Carbon-Neutral Energy Research (WPI-I2CNER), Kyushu University, 3. Institut de Physique du Globe de Paris, 4. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 5. National Institute for Environmental Studies, 6. Kobe University, 7. Ritsumeikan University, 8. Japan Aerospace Exploration Agency, 9. University of Tokyo, 10. Department of Solid Planetary Sciences Institute of Space and Astronautical Science

We have been designing and developing an active seismic exploration package with seismometers, active seismic source and anchoring system. Our seismic exploration package was designed to investigate from shallow formation (i.e., ice saturation) to deep formation (i.e., thickness of regolith) of the Moon. Here we present the basic concept of our seismic exploration package and its experimental results. We then discuss the possibilities of future space missions. We evaluate the relation between the S-wave velocity and the ice saturation, and found that S-wave velocity largely increase due to ice deposition (low ice saturation). To evaluate our active-source seismic exploration system, furthermore, we conducted seismic exploration in the test field in JAXA. The test field is filled with loose sands of ~50cm thickness. In this experiment, we conducted seismic survey with several acquisition parameters. When we applied the active seismic survey for small-size receiver array, we retrieved clear shot gather. We further calculated dispersion curve from the shot gather and obtained S-wave velocity profile beneath the array using inversion. In addition, we could detect the cushioning material whose S wave velocity is lower than sand by surface wave analysis and compare the result with the dispersion curve which has no buried material. These results demonstrate that S-wave velocity in shallow formation was accurately estimated, suggesting that ice can be identified as anomalous high S-wave velocity via our seismic system. When the seismometer interval is long, the attenuation of the surface wave is large. However, the refracted P-wave can arrive at far offset receivers. Using the refracted wave, we can estimate P-wave velocity of the basement.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Orbit determination of the Chang’E-5 Test 1 and a new gravity field model

*shanhong liu[1], Jianguo Yan[1]

1. Wuhan University

We introduce the recently Chang’E 5-Test 1 (CE-5T1) mission overall and its orbit characteristic and present the results on precision orbit determination from the radio science investigation of the CE-5T1 spacecraft. We describe the data, modeling and methods used to achieve position knowledge several times better than the required demand (in total position) for most of arcs, over the period from 10 March 2014 to 28 December 2018. In addition to we try to use the near-continuous radiometric tracking data of CE-5T1 to develop a new lunar gravity field up to degree and order 100, which is solved independently using about four years tracking data. The accuracy of the gravity field model is assessed by multi means, such as gravity spectrum, observational residuals after precision orbit determination, lunar surface gravity anomaly character, admittance/coherence with topography model, and the corresponding physical feature and effect are analyzed. We also make a comparison between this model and the previously models we ever solved, CEGM-01 and CEGM-02. The results indicate the effectiveness and reasonability of this solution process. On the basis of current work, with the Chang’E 5, 6, and 7 under implementing and planning, the prospect of future development of Chinese lunar gravity field detection is presented.

Keywords: Lunar, Chang'E 5T1, precise orbit determination, gravity field model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-PS 惑星科学

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_1

[P-PS08] 月の科学と探査

コンビーナ:長岡 央(宇宙航空研究開発機構)、鹿山 雅裕(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、西野 真木(宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所)、諸田 智克(名古屋大学大学院環境学研究科)

2019年に月周回衛星「かぐや（SELENE）」は、観測終了から10年を迎える。かぐやによる月の物理・化学・地質データは、世界的にも月科学における基準データとなった。また、その後のLRO、GRAIL、LADEEやChang'e3といった海外ミッションも新たな成果を生み出している。現在、日本を含め世界各国では、着陸探査やサンプルリターン計画を含めた次期月探査計画の検討が精力的に進められている。本セッションでは新しい月科学の構築に向けて、月探査データを用いた研究成果の報告、SLIM計画を含む将来の月探査計画に関する議論、今後の探査データの解析に向けた提案、関連する理論や実験，試料分析の結果、搭載機器開発など、月科学に関する発表を広く受け入れる。

[PPS08-P01] 月の表面地形から推定する縦孔下の溶岩チューブ洞窟の空洞高さ

*本多 力[1] (1.火山洞窟学会)

[PPS08-P02] 衝突盆地のリング構造を用いた月初期のマグマ活動の痕跡調査

*池田 あやめ[1]、諸田 智克[2]、長岡 央[3] (1.名古屋大学理学部地球惑星科学科、2.名古屋大学大学院環境学研究科、3.宇宙航空研究開発機構)

[PPS08-P03] かぐや搭載マルチバンドイメージャによる月Crisium盆地及びMoscoviense盆地周辺の主要鉱物分布

我妻 雄史[1]、*平田 成[1]、山本 聡[2]、大竹 真紀子[3] (1.会津大学　コンピュータ理工学部、2.宇宙システム開発利用推進機構、3.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究本部 固体惑星科学研究系)

[PPS08-P04] 深層学習を用いた月スワール探索

*岩渕 祐里佳[1]、小川 佳子[1] (1.会津大学)

[PPS08-P05] 合成データを用いた深層学習による月面特徴の復元

*水流 晃一[1]、神山 徹[1]、中村 良介[1] (1.国立研究開発法人産業技術総合研究所)

[PPS08-P06] Evaluation of the influence of alkali elements on hydrogen solubility of clinopyroxene for estimating water content of lunar mantle

*村主 樹[1]、鈴木 昭夫[1]、鹿山 雅裕[1]、宮本 毅[2] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻、2.東北大学東北アジア研究センター)

[PPS08-P07] Preliminary examination of mineral structure effect on relative permittivity

*小林 真輝人[1]、新原 隆史[2]、宮本 英昭[2,1] (1.東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、2.東京大学工学系研究科システム創成学専攻)

[PPS08-P08] 電子反射法を用いた太陽風中での月面磁場強度推定

*川口 友暉[1]、原田 裕己[1]、斎藤 義文[2]、横田 勝一郎[3]、西野 真木[4]、臼井 英之[5]、三宅 洋平[6]、綱川 秀夫[7]、加藤 大羽[8] (1.京都大学理学研究科、2.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、3.大阪大学・理学研究科、4.名古屋大学宇宙地球環境研究所、5.神戸大学 大学院　システム情報学研究科、6.神戸大学計算科学教育センター、7.東京工業大学理学院地球惑星科学系、8.東京大学大学院理学系研究科)

[PPS08-P09] Objective and Current Development Status of Multi-Band Camera on SLIM

*仲内 悠祐[1]、佐伯 和人[2]、大竹 真紀子[1]、白石 浩章[1]、本田 親寿[3]、佐藤 広幸[1]、石原 吉明[4]、前田 孝雄[5]、大槻 真嗣[1]、坂井 真一郎[1]、澤井 秀次郎[1]、SLIM Project Team (1.宇宙航空研究開発機構、2.大阪大学、3.会津大学、4.国立環境研究所、5.中央大学)

[PPS08-P10] Monte Carlo simulation of neutron production and transport in the Moon: Effect of lunar subsurface water

*草野 広樹[1]、唐牛 譲[1]、長岡 央[1]、山下 直之[2]、晴山 慎[3] (1.宇宙航空研究開発機構、2.Planetary Science Institute、3.聖マリアンナ医科大学)

[PPS08-P11] **Exploration of ice deposits on the Moon using continuous seismic source system**

*永田 雄一郎[1]、辻 健[1,2]、宮本 英昭[9]、川村 太一[3]、新谷 昌人[4]、石原 吉明[5]、小川 和律[6]、小林 泰三[7]、唐牛 譲[8]、田中 智[10] (1.九州大学大学院工学府地球資源システム工学専攻、2.九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所、3.パリ地球物理研究所、4.東京大学地震研究所、5.国立研究開発法人 国立環境研究所、6.神戸大学、7.立命館大学、8.宇宙航空研究開発機構、9.東京大学、10.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所固体惑星科学研究系)

[PPS08-P12] Orbit determination of the Chang'E-5 Test 1 and a new gravity field model

*shanhong liu[1]、Jianguo Yan[1] (1.Wuhan University)

月の表面地形から推定する縦孔下の溶岩チューブ洞窟の空洞高さ
Estimation of lava tube cave height below the vertical hole from the surface topography of the Moon

*本多 力[1]
*Tsutomu Honda[1]

1. 火山洞窟学会
1. Vulcano-speleological Society

[はじめに] 米国のLROのデータによって作られた月面図LROC Quick Map(1)から縦孔近傍表面およびリルの傾斜率(sinα)を読み取り、その下にあると想定される溶岩チューブ洞窟の空洞高さを推定した。春山らの発見したMarius Hills Hole(MHH), Mare Tranquillitatis Hole(MTH), Mare Ingenii Hole(MIH)(2-5),さらにLacus Mortisの縦孔(6,7),Chandrayaan-1発見のリル構造(8),およびSinus Iridum Pit(9)ついても検討した。溶岩の流れの方向が不明なものは周りの傾斜角度が最も高い角度を示す方向を用いた。空洞高さはチューブ内の溶岩（ビンガム流体）流動限界条件H=nfb/(ρgsinα) より求めた(10-12),ここでn=4でHは円形断面チューブ高さ、n=3でHは有限幅矩形断面チューブ高さ、n=2でHは無限幅矩形断面チューブ高さを示す。ここで、重力加速度g=1.62m/sec^2, 溶岩密度ρ=2500kg/m^{3}とし、降伏値はfb=100Pa および200Paを用いた(13)。**[Marius Hills Hole(MHH)]** MHHは直径57ｍx48m,深さ48ｍ,天井厚さ31m,空洞高さ17mである。 MHHの存在する近傍のリル表面の傾斜角度を0.28度から0.69度の範囲にあると考え、溶岩降伏値100Pa~200Paでチューブ高さを求めた。有限幅矩形断面チューブに対して100Paでは高さ15.4mとなり、MHHの空洞高さ17mに近い値を示している。**[Mare Tranquillitatis Hole(MTH)]** MTHは直径99mx84m,深さ107ｍ,天井厚さ47m,空洞高さ60mである。 MTH近傍の傾斜角度で最も高い方向の傾斜角度0.62度を用いた。有限幅矩形断面チューブ高さは100Pa~200Paで6.7m~13.5mとなり、空洞高さ60mと比べて小さい。チューブの傾斜角度はもっと低い可能性がある。**[Mare Ingenii Hole(MIH)]** MIHは直径103mx66m,深さ37~63mである。MIH周りの方向で最も高い傾斜角度0.21度を使う。有限幅矩形断面チューブ高さは100Pa~200Paで20m~40mとなり、縦孔深さ37~63mであるので天井厚さは20m程度とみられる。**[Lacus Mortisの縦孔]** Lacus Mortisの縦孔は直径60mx100m,深さ114mである。縦孔周りの方向で最も高い傾斜角度は1.2度である。有限幅矩形断面チューブ高さは100Pa~200Paで3.7m~7.4mとなり、縦孔深さ114mであるので天井厚さはかなり厚いとみられる。**[Chandrayaan-1発見のリル]** リル中央部の未崩落部分の傾斜角度は0.93度である。有限幅矩形断面チューブ高さは100Pa~200Paで4.6m~9.2mとなる。未崩落部分の両端のリル深さは8m~17mであることを考えるとリルの未崩壊天井の下に空洞が存在するとすれば天井厚さは極めて薄いとみられる。**[Sinus Iridum Pit]** Sinus Iridum Pitは直径70mx30m,深さ20mである。Sinus Iridum Pit周りの方向で最大の傾斜角度は0.83度である。有限幅矩形断面チューブ高さは100Pa~200Paで5.1m~10.2mとなる。天井厚さは10m~15m程度であろう。

[おわりに]溶岩チューブ洞窟の空洞高さの推定値のまとめを表１に示す。溶岩チューブ洞窟があるとしてその空洞高さをLROC Quick Mapから表面の傾斜率を求めて推定した。溶岩チューブ洞窟存在策定の目安になると考えられる。ただし、チューブ形成後の地殻変動などにより、表面下の実際の溶岩チューブの傾斜率と異なる可能性はある。推定された空洞高さはあくまでも目安でありさらなる詳細な検討と探査による実証が期待される。

参考文献：(1)LROC Quick Map:https://quickmap.lroc.asu.edu/.**(2)**Haruyama J, et al., (2009):Geophys.Res.Lett.36,L21206.**(3)**Haruyama J, et al.,(2010):41st LPS Conf. 1285.**(4)**Haruyama,J.et al,(2012):Moon,Chap6,pp139-163,Springer.**(5)**Robinson MS, et al.,(2012):Planet.Space Sci.69,18–27.**(6)** Wagner RV, Robinson MS,(2014):Icarus 237,52-60.**(7)**Ik-Seon Hong,et al.,(2015):J.Astron.Space Sci.32(2),113-120.**(8)**A.S.Arya,et al(2010):41st LPS Conf.,1484.**(9)** R.V.Wagner et al.,(2015):2nd International Planetary Caves Conf.,9021.pdf.**(10)**本多力(2015):第59回宇宙科学技術連合講演会,3D02.**(11)**

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

本多力(2017):第61回宇宙科学技術連合講演会,1B11.(12)本多力(2018):第62回宇宙科学技術連合講演会,3D02.(13)Moore,H.J.et al.,(1975):Proc.6th Lunar Science Conf.,p101-118.

キーワード：月、縦孔、溶岩チューブ
Keywords: Moon, pit, lava tube

表１　縦孔/Rille下に想定される溶岩チューブ洞窟の空洞高さの推定値

縦孔/Rille	降伏値: fb	傾斜率:sinα	傾斜角度: α	円形断面チューブ高さ: H=4fb/(ρgsinα)	有限幅矩形断面チューブ高さ: H=3fb/(ρgsinα)	無限幅矩形断面チューブ高さ: H=2fb/(ρgsinα)
Marius Hills Hole(MHH) 直径57mx48m,深さ48m, 天井厚さ31m, 空洞高さ17m	100Pa	0.0128	0.78°	7.7m	5.8m	3.9m
	200Pa	0.0128	0.78°	15.4m	11.6m	7.7m
	100Pa	0.0048	0.28°	20.6m	15.4m	10.3m
	200Pa	0.0048	0.28°	41.2m	30.9m	20.6m
Mare Tranquillitatis Hole (MTH) 直径99mx84m, 深さ107m,天井厚さ47m, 空洞高さ60m	100Pa	0.0110	0.62°	9.0m	6.7m	4.5m
	200Pa	0.0110	0.62°	18.0m	13.5m	9.0m
Mare Ingenii Hole(MIH) 直径103mx66m, 深さ37m~63m	100Pa	0.0037	0.21°	26.7m	20m	13.3m
	200Pa	0.0037	0.21°	53.4m	40m	26.7m
Lacus Mortis Pit 直径60mx100m, 深さ114m	100Pa	0.0201	1.2°	4.9m	3.7m	2.5m
	200Pa	0.0201	1.2°	9.8m	7.4m	4.9m
Rille found by Chandrayaan-I 深さ8m~17m	100Pa	0.0162	0.93°	6.1m	4.6m	3.1m
	200Pa	0.0162	0.93°	12.2m	9.2m	6.2m
Sinus Iridum Pit 直径70mx30m, 深さ20m	100Pa	0.0145	0.83°	6.8m	5.1m	3.4m
	200Pa	0.0145	0.83°	13.6m	10.2m	6.8m

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

衝突盆地のリング構造を用いた月初期のマグマ活動の痕跡調査
Detecting mare basalts intruded into the crust on the early Moon

*池田 あやめ[1]、諸田 智克[2]、長岡 央[3]
*Ayame Ikeda[1], Tomokatsu Morota[2], Hiroshi Nagaoka[3]

1. 名古屋大学理学部地球惑星科学科、2. 名古屋大学大学院環境学研究科、3. 宇宙航空研究開発機構
1. Department of Science, Nagoya University, 2. Graduate School of Enviromental Studies, Nagoya University, 3. Japan Aerospace Exploration Agency

アポロ計画で持ち帰られた月の玄武岩試料の年代分析から, 月のマグマ活動は39–30億年前に活発であったと考えられている[e.g., Nyquist and Shih, 1992]. 一方で, 月隕石に含まれる角礫化した玄武岩片の年代が43億年前と見積もられ [Terada et al., 2007], このことは39億年前以前もマグマ活動があったことを示している. また, 米探査機GRAILによって得られた精密な重力異常データから, 地殻に貫入したマグマが原因と考えられる線状の高重力異常が全球的に発見され [Andrews-Hanna et al., 2013], それらの形成年代は盆地形成と同時期かそれよりも前と見積もられることからも [Sawada et al., 2016], 太古にマグマ活動があったことは確実視されている. しかしながら, 盆地形成以前のマグマの大部分は表面に噴出していないと考えられるため, 古い時代のマグマ活動の規模や時間変化は未解明である. そこで本研究では古い時代の海のマグマ活動の規模を知るために盆地形成以前の玄武岩を月表面で探索するとともにその量の推定を行うことを目的とする.

本研究では月表面の衝突盆地 (直径300 km以上の衝突クレータ) のリング地形に着目した. 衝突盆地のリング地形は盆地形成時に掘削された地殻物質が堆積した地形である. よって, 盆地形成時までに地殻に貫入したマグマの記録をよく保持していると期待される. 本研究では地殻をすべて掘削したと考えられているCrisium盆地のリングを研究対象とする.

月周回衛星「かぐや」搭載の地形カメラとマルチバンドイメージャによって得られた地形データと分光画像データを使用し, 複数の指標を用いた多段階の玄武岩探索を行う. 一般に月の玄武岩は15 wt%以上のFeO量を持ち, 高Ca輝石を主要成分とするため, 950 nmから長波長側に広がった吸収スペクトルを示す. この特徴を利用して, まず宇宙風化度指標OMATによる新鮮領域の抽出を行い, さらに高FeO量領域を抽出した上で, 950 nmでの吸収深さに対する1050 nm, 1250 nmでの吸収深さが相対的に高い領域を玄武岩と判定した.

Crisium盆地のリング上の新鮮領域における平均FeO量は6.75 wt% であった. また, 玄武岩の占有面積はリング全域に対して1.3×10^{-3} %と明らかに小さいことから, Crisium形成以前に大規模なマグマ貫入が起こっていたとは考えにくい. しかしリングの複数の領域で小規模ながら玄武岩質組成を持つ領域が見つかった. 発見された領域は数百mサイズのクレータに対応しており, 周囲からの飛来物ではなく, リングの構成岩石を掘削したものと考えられる. このことはCrisium盆地形成以前にマグマ活動が起こっていたことを示す.
次に, Crisium形成以前と以後のマグマ活動度の比較を行った. 地殻形成から盆地形成までの期間と, 盆地形成から海の形成終了までの経過時間は共に約5 億年と見積もられることから, 両者のマグマ活動度は体積によって比較可能である. リング表面で観測された平均のFeO量と玄武岩の占有面積から, 玄武岩の構成割合の上限は, 1.4 %と見積もられ, 貫入した玄武岩の総体積の上限は1.2×10^{4} km^3 と推定される. 一方で, 盆地形成後にMare Crisiumをつくったマグマの体積は2.0×10^{5}–7.2×10^{5} km^3 [Mulis et al., 1992; Solomon and Head, 1980] と見積もられることから, この領域での盆地形成前のマグマ活動は海が形成された時代 (40–35億年前) のマグマ活動より小規模であった可能性が示唆される.

キーワード：月、クリシウム盆地、海の玄武岩
Keywords: the Moon, Crisium basin, Mare basalt

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

かぐや搭載マルチバンドイメージャによる月Crisium盆地及びMoscoviense盆地周辺の主要鉱物分布
Distribution of major minerals around the Crisium and Moscoviense basins of the Moon revealed by SELENE Multiband Imager

我妻 雄史[1]、*平田 成[1]、山本 聡[2]、大竹 真紀子[3]
Yuji Agatsuma[1], *Naru Hirata[1], Satoru Yamamoto[2], Makiko Ohtake[3]

1. 会津大学　コンピュータ理工学部、2. 宇宙システム開発利用推進機構、3. 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究本部 固体惑星科学研究系
1. Dep. of Computer Science and Engineering, Univ. of Aizu, 2. J-spacesystems, 3. Department of Planetary Science, Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency

月地殻とマントルを構成している主要鉱物であるカンラン石、斜長石、高Ca輝石、低Ca輝石が月表層にどのように分布しているかは、月内部の鉛直構造や、その地域差の有無を知る手がかりとなる。リモートセンシングによって取得されたスペクトルデータを用い、各鉱物に特徴的な吸収が存在する場所を探索するというアプローチは有力な方法であり、これまでいくつかの成果が報告されている（カンラン石: Yamaoto+, 2010; 斜長石: Yamamoto+, 2012; HCP: Yamamoto+, 2015; LCP: Nakamura+, 2012）。前記の先行研究は、月探査機かぐやに搭載されたSPのデータを用いたものである。SPは高い波長分解能をもち、点分光器であるため空間解像度は500 m程度であり、観測点も月全球を覆ってはいるが稠密ではない。

本研究では、同じくかぐやに搭載されたマルチバンドイメージャ(MI)のマルチバンド画像を用いて先行研究と同様の鉱物スペクトルのサーベイを試みた。MIはイメージャであり、高い空間分解能（可視域20 m、近赤外域60 m）を持つとともに、全球をほぼ完全に覆う観測を実施している（全球データセットの名目分解能14 m/pixel）。このため、各鉱物の吸収特徴を示す露頭の分布を先行研究より明瞭に示すことが可能である。一方、MIは可視域から近赤外域の9バンド8波長のみを観測しているため、波長方向の情報量はSPより劣る。そこで、先行研究で報告されている各鉱物の露頭のSPによるスペクトルをテンプレートとして、これにマッチする吸収形状と吸収深さを示す地点をサーベイすることとした。今回対象としたのは、Crisium盆地及びMoscoviense盆地の周辺である。いずれも先行研究でカンラン石、斜長石、高Ca輝石の露頭の存在が報告されている。

解析の結果、両対象地域に対して各鉱物の露頭の分布を明らかにすることができた。先行研究と比較して、盆地周辺の露頭の分布の特徴がより明瞭になっている。発表では、得られた露頭の分布を元に、解析対象地域の地下構造、盆地の形成メカニズムについて議論する。

キーワード：月、マルチバンドイメージャ、カンラン石、斜長石、高Ca輝石、低Ca輝石
Keywords: Moon, multiband imager, olivine, plagioclase, HCP, LCP

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

深層学習を用いた月スワール探索
Searching for lunar swirls with deep learning

*岩渕 祐里佳[1]、小川 佳子[1]
*Yurika Iwabuchi[1], Yoshiko Ogawa[1]

1. 会津大学
1. The University of Aizu

Lunar swirls are winding high albedo patterns not-correlated with topography.They have irregular shapes, distributions, and various spatial scales. About 10 swirls have been discovered so far by visual inspection. However, it is expected there would be more swirls. We have been working on applying Deep Learning to automaticallyfind lunar swirls candidates of small-medium size especially.

The objective of this study is building and updating learning models for automatic identification of lunar swirls and evaluating the models. We aim to search for lunar swirls with Deep Learning. We set the target area in Mare Ingenii area (20˚-50˚S, 150˚-180˚E).

The point to identifying swirl is to distinguish albedo features (swirls) from shading patterns (non-swirls). Therefore, we allocated two kinds of data to the 3 bands in RGB image: Camera imager for R band, and topography data for G and B bands following Kato et al. [2018].As camera image, we use the Multi-band Imager (MI) data from Kaguya satellite. As for DEM data, the data of SLDEM2013 are used. By creating such unique “Combined Image”, we can combine different kinds of information collectively as one image.

We built learning models using the framework of Caffe. We increased variation and quantity of training data to collect data from all confirmed swirl areas and to rotate original images in 3 directions. Totally 212 images (each image covers 1 by 1 deg.) were used as training data. We prepared correct answer data in target area and conduct cross validation for evaluation of results and models. The model building and evaluation were sequentially cycled.

Running the latest learning model, we found 275 images as swirl candidate scenes out of 832 images in the Mare Ingenii. Focusing on True positive rate, the best swirl detection was performed by the learning model built based on training data set which increases variation and quantity of swirl images and ratio of swirl images to non-swirl images.

キーワード：スワール、深層学習、月、自動検出、探査データ
Keywords: swirl, deep learning, Moon, automatic detection, exploration data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

合成データを用いた深層学習による月面特徴の復元
Lunar surface feature reconstruction by deep learning using synthetic data

*水流 晃一[1]、神山 徹[1]、中村 良介[1]
*Koichi Tsuru[1], Toru Kouyama[1], Ryosuke Nakamura[1]

1. 国立研究開発法人産業技術総合研究所
1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Various machine learning methods have been proposed to detect lunar surface features such as craters and boulders from satellite imagery. However, many of them need a huge manual effort to create a training data set even to solve one task.

Hence, so far, we have focused on several algorithms based on Generative Adversarial Networks (GANs) that enable highly accurate image generation even from a small amount of training set, and we examined to use Cycle-Consistency Adversarial Networks (CycleGAN) which can learn translation relationship between two image groups, such as a group of Moon surface images and a group of crater maps, for crater detection on the Moon surface. The CycleGAN does not require paired images, whereas it learns the relationship between the two image groups with an unpaired training manner, and images in one of the two groups can be simulated label data.

Initially, we tried to translate a satellite imagery to a labeled image (i.e. crater map), in which the labeled image is produced by simulations based on statistical crater size-frequency distribution. Although it could reduce the annotation cost drastically by the automatic generation of the label data, we found that the learning was not stable and not precise because the texture was too different between the satellite imagery and the simple labeled image. Then, we considered that, in order to improve the performance, it is necessary to train a network with multiple feature labels (i.e. lunar surface elevation, albedo, and shadow maps, and crater and boulder distributions) that characterize the appearance of the Moon surface to be observed.

In this work, we adopted a two-step deep learning framework with fine-tune models trained by 1) generating feature labels from a modeled surface image which is based on given feature labels, and synthesizing the labels to generate a lunar surface image that is compared with the original one to check the network performance (at the same time the generated feature labels are also compared with given ones), and then 2) generating feature labels from actual observed data and again synthesizing the labels to generate a lunar surface image to be compared with the actual image. The good advantage of using modeled data and labels as training data is that it becomes easier to cover complicated and enormous amount of possible observation conditions which is necessary for analyzing actual observation data. In addition, highly precise inference can be possible by the simulation even when the existing observation data of a target object covers only insufficient observation conditions.

In the proposed framework, we employed two generative networks that reconstruct terrain features from satellite imagery and to synthesize satellite imagery from terrain features. By applying cycle-consistency for the training that is measured from similarity between the resynthesized satellite image from “reconstructed” features and the original, the actual terrain features are not required in the training

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

phase.

We prepared DEM, albedo map, crater map, boulder map, and shadow map as features for the reconstruction of a target region. In this presentation, we show the results of feature reconstruction from the actual observed SELENE Terrain Camera imagery.

キーワード：月、地物検出、深層学習、SELENE
Keywords: Moon, Feature Detection, Deep Learning, SELENE

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Evaluation of the influence of alkali elements on hydrogen solubility of clinopyroxene for estimating water content of lunar mantle

*村主 樹[1]、鈴木 昭夫[1]、鹿山 雅裕[1]、宮本 毅[2]
*Miki Muranushi[1], Akio Suzuki[1], Masahiro KAYAMA[1], Tsuyoshi MIYAMOTO[2]

1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. 東北大学東北アジア研究センター
1. Graduate school of Science, Tohoku university , 2. Center for Northeast Asian Studies, Tohoku university

In the early history of lunar exploration, lunar samples returned by the Apollo missions revealed that volatile elements are depleted on the Moon. Almost all volatile components were thought to be eliminated by the giant impact event that probably led to the formation of the Moon. However, recent microanalyses of lunar samples have discovered hydroxyl or water in the constituent minerals. These observations suggest that the lunar mantle may not be entirely dry and contain water to same extent as the Earth’s mantle. The lunar volcanic glasses of Apollo 15 and 17 were measured by SIMS and about 4-46 ppm water were detected (Saal et al., 2008). Hui et al. (2013, Nature Geosci.) detected up to 2.7 ppm water in plagioclase grains from the lunar highland crust sample. They suggest that the initial water content of the lunar magma ocean (LMO) reaches approximately 320 ppm water content. As a result of these studies, water content and the process that the moon got water has attracted a lot of attention. Since no indigenous hydrous minerals have been found in the moon, it is likely that anhydrous mineral possess water as a reservoir in the lunar mantle. Water exists in the Earth’s mantle as hydrous mineral, anhydrous mineral, silicate melt, liquid water, and their intermediate form. In the Earth’s mantle, hydrogen may be incorporated as defects in nominally anhydrous minerals (NAMs) such as Olivine, pyroxene and garnet. (e.g., Smyth et al., 1991). Especially, clinopyroxene (Cpx) shows the maximum water content in the upper mantle xenolith (Inglin and Skogby, 2000). Cpx has possibility of being water reservoir in the lunar mantle due to its crystal structure and chemical composition.
Nakamura et al. (2012) confirmed the presence of calcium rich pyroxene in the South Pole-Aitken (SPA). It is possible that the lunar upper mantle has been excavated and exposed in SPA (Cintala and Grieve, 1998; Lucey et al., 1998). Cpx is likely to be one of the major minerals of the lunar mantle as well as the earth.
Since there is less hydrous mineral in the Moon, water should concentrated in KREEPy basalt that assumed to be the final part of the lunar magma ocean solidification. In this study, we target the measurement of hydrogen solubility of Cpx crystallized from alkali-rich magma.
We conducted a high temperature and high pressure experiment at 1 GPa using a piston cylinder apparatus at Bayreiches Geoinstitut, Germany. Starting material is the natural alkali basalt powder (Haku-4 reported by Kuritani et al., 2009), adding ~5 wt. % water with a micro-syringe. For the Fourier Transform Infrared (FT-IR) analysis, it is necessary to produce Cpx crystals larger than 50 μm. Therefore, in order to considerate conditions suitable for sample synthesis, we conducted several experiments that the initial temperature, cooling rate, the temperature after cooling and the retention time were changed. We report the conditions that succeeded in creating the Cpx large enough for FT-IR analysis and the future plans.
Funding acknowledgment: This work was partially supported by the JSPS Japanese-German Graduate Externship.

キーワード：無水鉱物、月のマントル構成鉱物、アルカリ玄武岩
Keywords: nominally anhydrous minerals , lunar mantle , alkali basalt

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Preliminary examination of mineral structure effect on relative permittivity

*小林 真輝人[1]、新原 隆史[2]、宮本 英昭[2,1]
*Makito Kobayashi[1], Takafumi Niihara[2], Hideaki Miyamoto[2,1]

1. 東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、2. 東京大学工学系研究科システム創成学専攻
1. Department of Earth and Planetary Science, School of Science, University of Tokyo, 2. Department of Systems Innovation, School of Engineering, University of Tokyo

The surface of the Moon is covered with regolith formed by the bombardment of meteorites and micro-meteorites. Although drill core samples collected during Apollo missions revealed that the subsurface (1-2 m) structure changes vertically over centimeter to meter scales at landing sites, deeper (> 10 m) structure and spatial continuity is still unknown. Ground Penetrating Radar (GPR) can detect potential variations in subsurface structure which result in permittivity contrasts, therefore, understanding of factors that affect the permittivity of the regolithis important.

Relative permittivity depends on multiple factors such as radar frequency, porosity, temperature, moisture content and chemical composition (e.g., Campbell and Ulrichs, 1969). Correlation between Ti and Fe concentration and the relative permittivity of Apollo samples was previously addressed by Shkuratov and Bondarenko(2001). On the other hand, Fa and Wieczorek (2012) reported that there was no correlation between chemical composition and relative permittivity althoughthe bulk density varied between samples in this study. Because previous workshave not focused specifically on the influence of mineral composition (while keeping bulk density and composition constant), we prepared samples to isolate the influence of mineral composition on relative permittivity.

Bulk density of regolith mostly depends on porosity and the constituent minerals among samples which have the same bulk chemical composition. Lunar regolith contains Fe- and/or Ti-bearing spinel minerals and other oxide minerals (e.g. ilmenite, magnetite, armarcolite), andthe abundance of those minerals depends on the sample. Differences in abundance of constituent minerals indicate different origins of precursor rocks. If we can detect the permittivity contrast resulting from those mineral differences, it could help further our understanding of the subsurface structure and evolution of surface of the Moon. Therefore, we examine whether crystal types of opaque minerals with the samechemicalcomposition affect the relative permittivity.

We prepare a mixture of rutile and iron oxide (II) to create same chemical composition as ilmenite. Porosities of samples are uniform (40%), therefore, densities of the mixture and ilmenite samples are 2.96 and 2.90, respectively. In order to avoid the effect of moisture content, samples are dried for a few days, and we then measure the relative permittivity using a coaxial probe in the range of 1 MHz to 6 GHz at room temperature.

There is a difference of relative permittivity of about 3.6-4.2 when comparing the mixture (10.6-10.7) with ilmenite (6.4-7.0). This result indicates that crystal structure can affect the relative permitivity.In this presentation, we will discuss the effect in more detail.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

References:

Campbell, Malcolm J., and Juris Ulrichs. "Electrical properties of rocks and their significance for lunar radar observations." *Journal of Geophysical Research* 74.25 (1969): 5867-5881.

Fa, Wenzhe, and Mark A. Wieczorek. "Regolith thickness over the lunar nearside: Results from Earth-based 70-cm Arecibo radar observations." *Icarus* 218.2 (2012): 771-787.

Shkuratov, Yurij G., and Nataliya V. Bondarenko. "Regolith layer thickness mapping of the Moon by radar and optical data." *Icarus*149.2 (2001): 329-338.

キーワード：比誘電率、地中レーダ、月レゴリス、イルメナイト
Keywords: relative permittivity, GPR, lunar regolith, ilmenite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

電子反射法を用いた太陽風中での月面磁場強度推定
Lunar surface magnetic field intensity in the solar wind inferred from electron reflectometry

*川口 友暉[1]、原田 裕己[1]、斎藤 義文[2]、横田 勝一郎[3]、西野 真木[4]、臼井 英之[5]、三宅 洋平[6]、綱川 秀夫[7]、加藤 大羽[8]
*Tomoki Kawaguchi[1], Yuki Harada[1], Yoshifumi Saito[2], Shoichiro Yokota[3], Masaki N Nishino[4], Hideyuki Usui[5], Yohei Miyake[6], Hideo Tsunakawa[7], Daiba Kato[8]

1. 京都大学理学研究科、2. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、3. 大阪大学・理学研究科、4. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、5. 神戸大学 大学院　システム情報学研究科、6. 神戸大学計算科学教育センター、7. 東京工業大学理学院地球惑星科学系、8. 東京大学大学院理学系研究科
1. Dept. Geophysics, Kyoto Univ., 2. Solar System Science Division, Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 3. Graduate School of Science, Osaka University, 4. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 5. Graduate school of system informatics Kobe University, 6. Education Center on Computational Science and Engineering, Kobe University, 7. Deparment of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology, 8. The University of Tokyo

月は、全球的な固有磁場や大気を保持しない天体であり、昼側月面の大部分は地球磁気圏内に存在する時期以外は太陽風に曝されている。太陽風のほとんどは月表面に衝突し吸収される。しかし、月面には磁気異常と呼ばれる地殻起源の磁場によって太陽風から局所的にシールドされている地域も存在する。このような月地殻磁場と太陽風の相互作用を理解することは、月周辺プラズマ環境の全容を解明するために重要である。これまでに、主に強い磁気異常での太陽風との相互作用の研究は進められているが、全球的な月面磁場強度の変化は明らかになっていない。

地殻磁場強度の月面分布は電子反射法を用いて調査されてきた。電子反射法は、月周辺電子の磁気ミラー効果を利用して、月地殻磁場によって反射された電子のロスコーン角から月面での磁場強度を遠隔計測する手法である。従来の電子反射法では、月地殻磁場自体の強度を計測するために、太陽風プラズマの影響が少ない月の夜側や地球磁気圏尾部ローブ内で得られたデータが用いられてきた。この手法を、月面昼側で太陽風に曝されている時のかぐやのデータに応用すると、全球的に磁場が強くなる傾向が得られた。

本研究では、月探査衛星「かぐや」に搭載された電子分析器 MAP-PACE-ESA-S1、-S2 と磁場観測装置 MAP-LMAG によって取得されたデータを用い、月地殻磁場により反射された太陽風電子について解析を行った。昼側月面が太陽風に曝されている時に計測された異なるエネルギー帯ごとの電子ピッチ角分布を解析し、月面磁場強度を調べた。異なるエネルギー帯を調べることで、電子のピッチ角分布にエネルギー依存性が存在することが見られた。これは、月面と衛星間の電位差や電子とイオンの動きで生じる電場が影響していると考えられる。本発表では、エネルギー依存性を加味した月面磁場強度と太陽風動圧の関係について議論する。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Objective and Current Development Status of Multi-Band Camera on SLIM

*仲内 悠祐[1]、佐伯 和人[2]、大竹 真紀子[1]、白石 浩章[1]、本田 親寿[3]、佐藤 広幸[1]、石原 吉明[4]、前田 孝雄[5]、大槻 真嗣[1]、坂井 真一郎[1]、澤井 秀次郎[1]、SLIM Project Team
*Yusuke Nakauchi[1], Kazuto Saiki[2], Makiko Ohtake[1], Hiroaki Shiraishi[1], Chikatoshi Honda[3], Hiroyuki Sato[1], Yoshiaki Ishihara[4], Takao Maeda[5], Masatsugu Otsuki[1], Sin-ichiro Sakai[1], Shujiro Sawai[1], SLIM Project Team

1. 宇宙航空研究開発機構、2. 大阪大学、3. 会津大学、4. 国立環境研究所、5. 中央大学
1. Japan Aerospace Exploration Agency, 2. Osaka University, 3. Aizu University, 4. National Institute for Environmental Studie, 5. Chuo University

Smart Lander for Investigating Moon (SLIM) project is on going in JAXA. The main objective of this project is to demonstrate various techniques for “pin-point landing” on the moon. SLIM spacecraft is a small lander. It is designed to achieve “pin-point landing” to 100 meter-order error circle. In order to “pin-point landing” of this level, SLIM mission will demonstrate new image-based onboard navigation system and autonomous landing along with several other new technologies (e.g. “tow stage” landing sequence, metal shock absorbers). The SLIM spacecraft weight is ~730 kg wet mass and ~200 kg class dry mass, both of which are more lightweight than previous lunar landers. The spacecraft will be launched with a Japanese rocket H-IIA in 2021 or 2022. Landing on (25.2ºE, 13.3ºS) located in the west of Mare Nectaris is planned.

After landing, SLIM project is planning to observe around landing site using Multi-Band Camera (MBC). The observational mission is positioned as extra success. MBC will observe olivine and estimate Mg# of it. MBC is a compact VIS-NIR camera composed of an imaging sensor (InGaAs), a filter-wheel with 10 band-pass filters, a telephoto optical system, and a movable mirror for panning and tilting. The sensor has sensitivity at wavelength from 700 to 1700 nm, which covers the characteristic ab-sorption bands of lunar minerals. The telephoto optical system can focus on an object from 1.5 to 30 m distance. The imaging sensor has 640 ×512 pixels with 20 μm pitch. The 4º field of view corresponds to the spatial sampling of 1.3 mm per pixel at 10 m from the lander. Using the movable mirror, observable scanning area is ~50º in azimuth and ~70º in elevation. This makes it possible to observe the size distribution of boulders around the lander. The observation wavelength of band pass filters were selected 10 bands: 750, 920, 950, 970, 1000, 1050, 1100, 1250, 1550, and 1650 nm. The width of their bands is 30nm.

キーワード：月、SLIM、反射スペクトル、カンラン石
Keywords: Moon, SLIM, reflectance spectra, Olivine

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Monte Carlo simulation of neutron production and transport in the Moon: Effect of lunar subsurface water

*草野 広樹[1]、唐牛 譲[1]、長岡 央[1]、山下 直之[2]、晴山 慎[3]
*Hiroki Kusano[1], Yuzuru Karouji[1], Hiroshi Nagaoka[1], Naoyuki Yamashita[2], Makoto Hareyama[3]

1. 宇宙航空研究開発機構、2. Planetary Science Institute、3. 聖マリアンナ医科大学
1. Japan Aerospace Exploration Agency, 2. Planetary Science Institute, 3. St. Marianna University School of Medicine

The intensity of thermal, epithermal, and fast neutrons emitted from a planetary surface provides information on the surface elemental composition, particularly on the hydrogen abundance. In an airless planetary surface, the galactic cosmic rays produce fast neutrons via nuclear interactions in the subsurface materials within a depth of tens centimeters. Then, the fast neutrons are moderated by interactions with subsurface materials including the secondary neutron production. This neutron transport process is terminated at the thermal neutron capture or the neutron leakage from surface. Because the hydrogen atom has a large elastic scattering cross section for a neutron and a nearly identical mass as a neutron, neutrons are efficiently moderated by the elastic scattering with hydrogen atoms. Therefore, the leakage neutron intensity strongly depends on the hydrogen abundance as well as the surface elemental composition. Neutron spectroscopy is thus well suited to detect subsurface water which may present at the lunar polar region. It is essential to obtain the abundance and distribution of lunar subsurface water from the viewpoint of planetary science and space resources for future manned activities.
In this study, the neutron production and transport in the Moon was modeled by Monte Carlo simulation with Geant4 10.3.p03. The effect of subsurface hydrogen abundance and spatial distribution was studied for in-situ water search in future lunar polar landing explorations. The leakage neutron intensity produced by protons and alpha particles in galactic cosmic rays was calculated for the lunar highland composition mixed with various amounts of hydrogen. The production depth and flux of subsurface neutrons, and the production depth of leakage thermal, epithermal, and fast neutrons were also calculated. It was confirmed that the leakage neutron intensity depends on the subsurface hydrogen abundance. The epithermal neutron intensity is particularly sensitive to the presence of subsurface hydrogen. Most of the leakage neutrons were produced within a depth of about 100 g/cm^2, which means that the neutron spectroscopy is mainly sensitive to the subsurface water in the top of surface with about 50 cm in depth depending on the surface density. When a dry layer presents at the top of surface, the leakage neutron intensity was found to depend on the dry layer thickness. The variation of leakage neutron intensity was detectable for the dry layer thickness less than about 80 g/cm^2. The behavior of lunar subsurface neutrons and its sensitivity for lunar subsurface water will be presented and discussed.

キーワード：月の水、月極域、月着陸探査、中性子分光、銀河宇宙線、モンテカルロシミュレーション
Keywords: Lunar water, Lunar polar region, Lunar landing exploration, Neutron spectroscopy, Galactic cosmic ray, Monte Carlo simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Exploration of ice deposits on the Moon using continuous seismic source system

*永田 雄一郎[1]、辻 健[1,2]、宮本 英昭[9]、川村 太一[3]、新谷 昌人[4]、石原 吉明[5]、小川 和律[6]、小林 泰三[7]、唐牛 譲[8]、田中 智[10]
*Yuichiro Nagata[1], Takeshi Tsuji[1,2], Hideaki Miyamoto[9], Taichi Kawamura[3], Akito Araya[4], Yoshiaki Ishihara[5], Kazunori Ogawa[6], Taizo Kobayashi[7], Yuzuru Karouji[8], Satoshi Tanaka[10]

1. 九州大学大学院工学府地球資源システム工学専攻、2. 九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所、3. パリ地球物理研究所、4. 東京大学地震研究所、5. 国立研究開発法人 国立環境研究所、6. 神戸大学、7. 立命館大学、8. 宇宙航空研究開発機構、9. 東京大学、10. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所固体惑星科学研究系
1. Department of Earth Resources Engineering, Kyushu University, 2. International Institute for Carbon-Neutral Energy Research (WPI-I2CNER), Kyushu University, 3. Institut de Physique du Globe de Paris, 4. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 5. National Institute for Environmental Studies, 6. Kobe University, 7. Ritsumeikan University, 8. Japan Aerospace Exploration Agency, 9. University of Tokyo, 10. Department of Solid Planetary Sciences Institute of Space and Astronautical Science

We have been designing and developing an active seismic exploration package with seismometers, active seismic source and anchoring system. Our seismic exploration package was designed to investigate from shallow formation (i.e., ice saturation) to deep formation (i.e., thickness of regolith) of the Moon. Here we present the basic concept of our seismic exploration package and its experimental results. We then discuss the possibilities of future space missions. We evaluate the relation between the S-wave velocity and the ice saturation, and found that S-wave velocity largely increase due to ice deposition (low ice saturation). To evaluate our active-source seismic exploration system, furthermore, we conducted seismic exploration in the test field in JAXA. The test field is filled with loose sands of ~50cm thickness. In this experiment, we conducted seismic survey with several acquisition parameters. When we applied the active seismic survey for small-size receiver array, we retrieved clear shot gather. We further calculated dispersion curve from the shot gather and obtained S-wave velocity profile beneath the array using inversion. In addition, we could detect the cushioning material whose S wave velocity is lower than sand by surface wave analysis and compare the result with the dispersion curve which has no buried material. These results demonstrate that S-wave velocity in shallow formation was accurately estimated, suggesting that ice can be identified as anomalous high S-wave velocity via our seismic system. When the seismometer interval is long, the attenuation of the surface wave is large. However, the refracted P-wave can arrive at far offset receivers. Using the refracted wave, we can estimate P-wave velocity of the basement.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Orbit determination of the Chang’E-5 Test 1 and a new gravity field model

*shanhong liu[1], Jianguo Yan[1]

1. Wuhan University

We introduce the recently Chang’E 5-Test 1 (CE-5T1) mission overall and its orbit characteristic and present the results on precision orbit determination from the radio science investigation of the CE-5T1 spacecraft. We describe the data, modeling and methods used to achieve position knowledge several times better than the required demand (in total position) for most of arcs, over the period from 10 March 2014 to 28 December 2018. In addition to we try to use the near-continuous radiometric tracking data of CE-5T1 to develop a new lunar gravity field up to degree and order 100, which is solved independently using about four years tracking data. The accuracy of the gravity field model is assessed by multi means, such as gravity spectrum, observational residuals after precision orbit determination, lunar surface gravity anomaly character, admittance/coherence with topography model, and the corresponding physical feature and effect are analyzed. We also make a comparison between this model and the previously models we ever solved, CEGM-01 and CEGM-02. The results indicate the effectiveness and reasonability of this solution process. On the basis of current work, with the Chang’E 5, 6, and 7 under implementing and planning, the prospect of future development of Chinese lunar gravity field detection is presented.

Keywords: Lunar, Chang'E 5T1, precise orbit determination, gravity field model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

2019年5月30日(木) 9:00 ~ 10:30 | A03 東京ベイ幕張ホール

[P-EM09] Vertical coupling in the atmosphere and Ionosphere

コンビーナ:Liu Huixin(九州大学理学研究院地球惑星科学専攻 九州大学宙空環境研究センター)、Chang Loren(Institute of Space Science, National Central University)、大塚 雄一(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、座長:Huixin Liu(Kyushu University, Japan)、Stan Solomon(National Center for Atmospheric Research, US)

Vertical coupling mechanisms throughout the whole atmosphere are critical to understanding the near Earth space environment, as well as its sensitivity to the solar, geomagnetic, and atmospheric drivers. This international session focuses on physical/chemical processes occurring in the mesosphere, thermosphere, and ionosphere (MTI). Both quiet and disturbed states in response to lower atmospheric forcing or solar forcing are important for understanding the MTI system and its coupling to other regions. We invite presentations of observations and observational concepts with ground-based and/or space-borne instruments, theoretical studies, numerical simulations, and development of data analysis systems for various kinds of temporal and spatial variations in atmosphere-ionosphere coupled system.

9:00 ~ 9:20

[PEM09-11] Assimilation products of thermospheric and ionospheric measurements by the NASA Ionopsheric Connection Explorer

★Invited Papers

*Thomas J Immel[1]、Chihoko Cullens[1]、Yen-Jung Wu[1]、Gary Bust[2]、Jeffrey Forbes[3]、Scott L England[4] (1.University of California, Berkeley、2.Johns Hopkins University、3.University of Colorado、4.Virginia Tech)

9:20 ~ 9:35

[PEM09-12] petitSat - A 6U CubeSat to examine the link between MSTIDS and ionospheric plasma density enhancements

*Jeffrey Klenzing[1]、Ryan L Davidson[2]、Gregory D Earle[3]、Alexa J Halford[4]、Sarah L Jones[1]、Carlos Martinis[5]、Nikolaos Paschalidis[1]、Robert F Pfaff[1]、Jonathon M Smith[1,6] (1.NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD, USA、2.Utah State University, Logan, UT, USA、3.Virginia Tech, Blacksburg, VA, USA、4.The Aerospace Corporation, Chantilly, VA, USA、5.Boston University, Boston, MA, USA、6.Catholic Universtiy of America, Washington, DC, USA)

9:35 ~ 9:55

[PEM09-13] A three-dimensional ionospheric electrodynamics model

★Invited Papers

*Astrid I Maute[1]、Arthur D Richmond[1] (1.High Altitude Observatory, National Center for Atmospheric Research, Boulder CO, USA.)

9:55 ~ 10:10

[PEM09-14] Spatial Fluctuation of TEC Index: A new index of ionospheric irregularities

*馬 冠一[1]、丸山 隆[2] (1.中国科学院国家天文台、2.国立研究開発法人情報通信研究機構)

10:10 ~ 10:25

[PEM09-15] Coupling of lower thermosphere planetary wave energy into the ionosphere

*Patrick J Espy[1,2]、Nora Stray[1,2,3]、Robert Hibbins[1,2] (1.Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway、2.Birkeland Centre for Space Science, Bergen, Norway、3.Teknova AS, Tordenskjolds Gate 9, 4612 Kristiansand, Norway)

10:25 ~ 10:30

Discussion

Assimilation products of thermospheric and ionospheric measurements by the NASA Ionopsheric Connection Explorer

*Thomas J Immel[1], Chihoko Cullens[1], Yen-Jung Wu[1], Gary Bust[2], Jeffrey Forbes[3], Scott L England[4]

1. University of California, Berkeley, 2. Johns Hopkins University, 3. University of Colorado, 4. Virginia Tech

ICON is an orbiting NASA observatory built to simultaneously observe the characteristics of the ionosphere and thermosphere in order to understand the connection between conditions in space and energy sources in the atmosphere below. Ready for launch in 2019 into a 27 degree inclination, 575 km altitude orbit, it will provide neutral wind, density and temperature products as well as in-situ and remotely-sensed ionospheric densities. These products will inform the conditions of two models that assimilate the data in different ways, and be available on the ICON website. The first is the TIEGCM, where assimilation is accomplished through modification of the winds and temperatures at the lower boundary as prescribed by observations . The second is the IDA4D model, that through a Gauss-Markhov scheme modifies a background ionosphere with actual observations that include many different sources including ICON. Given the expected sampling and data uncertainties from ICON, the expected performance of these models is reported. ICON expects a launch in 2019.

Keywords: ionosphere , thermosphere, atmospheric tides

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

petitSat - A 6U CubeSat to examine the link between MSTIDS and ionospheric plasma density enhancements

*Jeffrey Klenzing[1], Ryan L Davidson[2], Gregory D Earle[3], Alexa J Halford[4], Sarah L Jones[1], Carlos Martinis[5], Nikolaos Paschalidis[1], Robert F Pfaff[1], Jonathon M Smith[1,6]

1. NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD, USA, 2. Utah State University, Logan, UT, USA, 3. Virginia Tech, Blacksburg, VA, USA, 4. The Aerospace Corporation, Chantilly, VA, USA, 5. Boston University, Boston, MA, USA, 6. Catholic Universtiy of America, Washington, DC, USA

The mid- and low-latitude ionosphere is home to a variety of plasma density irregularities, including depletions (bubbles), enhancements (blobs), and small-scale scintillation, which result in the distortion of radio wave propagation. Recent observations from the C/NOFS satellite suggest that multiple mechanisms are responsible for forming plasma density enhancements, with wave action in the thermosphere as a significant driver of the enhanced densities. Indeed, statistical analysis of enhancements observed from satellites resembles the statistics of Medium-Scale Traveling Ionosphere Disturbances (MSTIDs) with respect to seasonal variability and solar activity. In order to investigate the link between these two phenomena, both in-situ data of the plasma enhancement and remote data of the MSTID at the magnetic footpoint are required. petitSat is a CubeSat mission designed to provide in situ measurements of the plasma density, 3D ion drift, as well as ion and neutral composition. The instrument suite includes a combined retarding potential analyzer and cross-track drift meter and an ion neutral mass spectrometer. This instrument suite will provide comprehensive information about the fluctuations in plasma, as well as changes in the neutral profile. petitSat will launch into a 51 deg inclination orbit at 400 km (consistent with an International Space Station deployment), allowing for numerous conjunctions with the Boston University All-Sky Imager network and GPS receivers from the International Global Navigation Satellite Systems (GNSS) Service (IGS) network over the mission lifetime.

Keywords: Ionosphere, CubeSat, MSTIDs

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A three-dimensional ionospheric electrodynamics model

*Astrid I Maute[1], Arthur D Richmond[1]

1. High Altitude Observatory, National Center for Atmospheric Research, Boulder CO, USA.

Ionospheric electric fields and currents are driven by collisional interaction between thermospheric winds and ions, by magnetospherically driven convection and field-aligned currents at high latitudes, by gravitational and pressure-gradient forces on the ionospheric plasma, and by weak currents from the lower atmosphere. The electrodynamics of the ionospheric E and F regions are strongly coupled. For time scales longer than a few minutes the electric field is electrostatic. The electric potential is nearly constant along geomagnetic-field lines, and can be represented in two dimensions in a coordinate system aligned with the magnetic field. The current density, however, varies in all three dimensions. Knowing the ionospheric current flow in three dimension is important for determining the magnetic perturbations at Low Earth Orbit (LEO) satellite height.

We are developing a model of ionospheric electrodynamics that takes into account all of the sources and calculates the three-dimensional structure of currents and their associated magnetic perturbation fields. This model will be used to simulate ionospheric drifts, currents, and ground and LEO geomagnetic perturbations. In this presentation we discuss the modeling principles and present results relevant to the electrodynamics of the middle and low latitude ionosphere, including the effects of coupling with F-region electrodynamics and the expected observable effects at low Earth orbit satellites.

Keywords: Ionospheric electrodynamics, ionospheric current, magnetic perturbations

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Spatial Fluctuation of TEC Index: A new index of ionospheric irregularities

*馬 冠一[1]、丸山 隆[2]
*Guanyi Ma[1], Takashi Maruyama[2]

1. 中国科学院国家天文台、2. 国立研究開発法人情報通信研究機構
1. National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences, 2. National Institute of Information and Communications Technology

This study presents a new spatial fluctuation of total electron content (TEC) index (SFTI) to identify and analyze ionospheric irregularities. SFTI is defined as the dispersion of vertical TEC (VTEC) within a specific area at a given time. With the data from the Global Navigation Satellite System (GNSS) Earth Observation Network of Japan (GEONET), the size of the specific area for SFTI calculation can be chosen as 0.8˚× 0.8˚ in longitude and latitude. An SFTI map generated by sliding window shows the spatial variation of the ionospheric irregularities in two dimensions. It can be used to obtain the size, shape, orientation and intensity distribution of the irregularity structures. With a series of SFTI maps, we analyzed three strong irregularity events on 12 February 2000, 20 March 2001 and 10 November 2004. The irregularities are found to consist of branching structures, which are anisotropic and elongate along longitudinal direction when first seen at low latitudes. The structures can drift and eventually move perpendicular to their orientations. It is concluded that SFTI will provide an unprecedented view of irregularity development and help to understand the process of irregularity generation.

キーワード：ionospheric irregularities、GNSS observation、SFTI
Keywords: ionospheric irregularities, GNSS observation, SFTI

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Coupling of lower thermosphere planetary wave energy into the ionosphere

*Patrick J Espy[1,2], Nora Stray[1,2,3], Robert Hibbins[1,2]

1. Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway, 2. Birkeland Centre for Space Science, Bergen, Norway, 3. Teknova AS, Tordenskjolds Gate 9, 4612 Kristiansand, Norway

Neutral atmosphere winds derived from meteor trail drifts observed by a longitudinal chain of Super Dual Auroral Radar Network (SuperDARN) radars have characterized planetary waves with wavenumber 1 and 2 in the lower thermosphere near 95 km. The simultaneous wind observations at stations between 50° and 66° N removes the temporal-spatial aliasing associated with satellite observations and shows the continuous evolution of the planetary waves near the turbopause. A similar technique has been applied to a longitudinal chain of ionosondes in the same latitude band, and the same wavenumber components were observed in f_oF2. An analysis of the two signals shows them to be highly correlated, with the ionospheric waves lagging behind those in the lower thermosphere. We will describe the technique to extract the waves and compare it with other observations. We will also show the relationship of the ionospheric waves with magnetic and solar activity, and describe a process, commensurate with our measurements, by which planetary wave signals near the turbopause can be transmitted into the ionospheric electron density.

Keywords: dynamics, turbopause, ionosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | A03 東京ベイ幕張ホール

[P-EM09] Vertical coupling in the atmosphere and Ionosphere

コンビーナ:Liu Huixin(九州大学理学研究院地球惑星科学専攻 九州大学宙空環境研究センター)、Chang Loren(Institute of Space Science, National Central University)、大塚 雄一(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、座長:Jann-Yenq Liu(National Central University, Taiwan)、Loren Chang(National Central University, Taiwan)

Vertical coupling mechanisms throughout the whole atmosphere are critical to understanding the near Earth space environment, as well as its sensitivity to the solar, geomagnetic, and atmospheric drivers. This international session focuses on physical/chemical processes occurring in the mesosphere, thermosphere, and ionosphere (MTI). Both quiet and disturbed states in response to lower atmospheric forcing or solar forcing are important for understanding the MTI system and its coupling to other regions. We invite presentations of observations and observational concepts with ground-based and/or space-borne instruments, theoretical studies, numerical simulations, and development of data analysis systems for various kinds of temporal and spatial variations in atmosphere-ionosphere coupled system.

10:45 ~ 11:00

[PEM09-16] Modulation of Lightning Occurrence by the Solar Wind

*Omar Angelo Nava[1]、Daniel Emmons[1]、Robert Loper[1] (1.Air Force Institute of Technology)

11:00 ~ 11:15

[PEM09-17] Long Term Mesopause Temperature Variations resolved by SD-WACCM, MSISE-00,TIMED SABER and Local Observations in Irkutsk (52.29o, 104.29o), Russia

*Yi Chung Chiu[1]、Loren Chang[1]、Yi Duann[1]、ALEXEI DMITRIEV[1]、Irina Medvedeva[2]、Konstantin Ratovsky[2]、Jia Yue[3] (1.Institute of Space Science, National Central University、2.Russian Academy of Sciences, Russian Federation、3.Hampton University, USA)

11:15 ~ 11:30

[PEM09-18] ISS-IMAP observation of the mesospheric disturbances generated by tropical cyclones

*齊藤 昭則[1]、坂野井 健[2]、Perwitasari Septi[4]、穂積 裕太[3]、岡田 凌太[1]、村上 涼[1] (1.京都大学大学院理学研究科地球物理学教室、2.東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター、3.電気通信大学、4.国立極地研究所宙空圏グループ)

11:30 ~ 11:45

[PEM09-19] A fast acoustic wave detected in GNSS total electron content after the foreshock of the 2011 Tohoku Earthquake

*柿並 義宏[1]、齊藤 大晶[2]、山本 哲生[3]、陳 佳宏[4]、山本 真行[2]、中島 健介[5]、劉 正彦[6] (1.北海道情報大学、2.高知工科大学、3.北海道大学、4.台湾国立成功大学、5.九州大学、6.台湾国立中央大学)

11:45 ~ 12:00

[PEM09-20] **Study of quiet-time high-latitude thermospheric winds using a Fabry-Perot interferometer at Tromsoe: Averages and exceptional events**

*徐 何秋岑[1]、塩川 和夫[1]、大山 伸一郎[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

12:00 ~ 12:15

[PEM09-21] **The longitudinal differences of lunar tidal characteristics between East Asian and American sectors during stratospheric sudden warming events: 2009-2018.**

*Jing Liu[1]、Donghe Zhang[1] (1.Peking University)

Modulation of Lightning Occurrence by the Solar Wind

*Omar Angelo Nava[1], Daniel Emmons[1], Robert Loper[1]

1. Air Force Institute of Technology

The connection between terrestrial and space weather phenomena is an emerging field of study with implications for different aspects of operational weather forecasting. This study investigates the influence of solar wind events on the frequency of lightning occurrence over North America. Empirical mode decomposition (EMD) is applied to National Lightning Detection Network (NLDN) data from 1996 to 2012 and correlated against various solar wind parameters. EMD performs operations that partition the lightning time series data into modes or Intrinsic Mode Functions (IMFs). Using composite analysis, we identified an IMF that corresponds to a 27-day co-rotating interaction region (CIR) that results in a statistically significant decrease in thunderstorm occurrence across the entire NLDN for approximately three to nine days. This finding is consistent with previous studies indicating that faster solar wind speeds are correlated with a decrease in galactic cosmic ray (GCR) flux and a reduction in lightning reports. However, the analysis also highlighted a latitudinal stratification in the thunderstorm response. In the mid-latitudes (30-38 deg N), faster solar wind speeds initially increased the number of lightning occurrences before decreasing significantly over the next 14 days. In the upper mid-latitudes (38-46 deg N), the response was reversed with an increase in thunderstorm events followed by a significant decrease. Additional “lightning response reversals” are noted at even higher latitudes. It is hypothesized that solar energetic particles associated with the CIRs are able to penetrate to tropospheric altitudes and increase lightning rates at higher latitudes, while at lower latitudes, the solar wind modulated GCR flux drives the decrease in lightning occurrence. Overall, understanding the electrodynamic connection between the lower and upper atmospheres has important implications for both space physics and atmospheric science communities.

Keywords: Lightning, Solar Wind, Empirical Mode Decomposition, National Lightning Detection Network

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Long Term Mesopause Temperature Variations resolved by SD-WACCM, MSISE-00,TIMED SABER and Local Observations in Irkutsk (52.29o, 104.29o), Russia

*Yi Chung Chiu[1], Loren Chang[1], Yi Duann[1], ALEXEI DMITRIEV[1], Irina Medvedeva[2], Konstantin Ratovsky[2], Jia Yue[3]

1. Institute of Space Science, National Central University, 2. Russian Academy of Sciences, Russian Federation, 3. Hampton University, USA

Measurements of mesopause temperature are quite challenging and must rely on remote sensing methods. As part of the Taiwan-Russia joint research cooperation program, we carry out an analysis comparing mesopause temperature measurements made by the Irkutsk spectrophotometer between 2008 - 2018 and those resolved by the SD-WACCM data assimilation model, the empirical MSISE-00 model, and TIMED SABER satellite measurements. Spectral decomposition is performed on the datasets to determine the differences between the different observed and modelled seasonal and inter-annual variability, as well as to resolve long term trends.

Keywords: Mesopause, Temperature variability

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ISS-IMAP observation of the mesospheric disturbances generated by tropical cyclones

*齊藤 昭則[1]、坂野井 健[2]、Perwitasari Septi[4]、穂積 裕太[3]、岡田 凌太[1]、村上 涼[1]
*Akinori Saito[1], Takeshi Sakanoi[2], Septi Perwitasari[4], Yuta Hozumi[3], Ryota Okada[1], Ryo Murakami[1]

1. 京都大学大学院理学研究科地球物理学教室、2. 東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター、3. 電気通信大学、4. 国立極地研究所宙空圏グループ
1. Department of Geophysics, Graduate School of Science, Kyoto University, 2. Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Graduate School of Science, Tohoku University, 3. University of Electro-Communications, 4. Space and Upper Atmospheric Sciences Group, National Institute of Polar Research

Troposphere was investigated to elucidate the vertical atmospheric coupling process using the global observational data from the International Space Station (ISS). The vertical coupling between the lower and the upper atmospheres has been revealed to be significant to control the dynamics and disturbances in the upper atmosphere by recent studies. The phenomena generated by the vertical coupling processes have been detected with various observational instruments, and studied with numerical simulations. TC, such as typhoon, hurricane and cyclone, is regarded as one of the intense sources in the Troposphere to affect the Mesosphere, the Thermosphere and the Ionosphere. There is a plenty of studies that reports the observation of the upper atmospheric disturbances associating with TC using ground-based instruments, such as HF doppler radars, IS radars, GNSS receiver arrays, and optical imagers. Because the ground-based observation cannot track the movement of TC, and TC is much active over the ocean, the observational opportunity is limited for the ground-based instruments. ISS-Ionosphere, Mesosphere, upper Atmosphere, and Plasmasphere (ISS-IMAP) mapping mission made a global observation of the airglow in the mesosphere and the ionosphere for three years. The data set of visible-light and infrared spectrum imager (VISI) of ISS-IMAP is idealistic to investigate the effect of TC on the Mesosphere and the Ionosphere. Mesospheric disturbances were detected by the airglow from the molecular oxygen in 762nm of wavelength, and the ionospheric disturbances were detected by the airglow from the atomic oxygen in 630nm of wavelength. In its three years observation, the number of TC that ISS-IMAP/VISI made the conjugate observation was 171. It was found that more than 20% of TC was associated with the mesospheric disturbances that seems to be generated by TC. The duration of these disturbances was one or two days in spite of the lifetime of TC is longer than a week. The relationship among TC, the mesospheric and the ionospheric disturbances will be discussed in the presentation.

キーワード：ISS-IMAP、台風、大気光、中間圏、電離圏
Keywords: ISS-IMAP, Tropical cyclone, airglow, Mesosphere, Ionosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A fast acoustic wave detected in GNSS total electron content after the foreshock of the 2011 Tohoku Earthquake

*柿並 義宏[1]、齊藤 大晶[2]、山本 哲生[3]、陳 佳宏[4]、山本 真行[2]、中島 健介[5]、劉 正彦[6]
*Yoshihiro Kakinami[1], Hiroaki Saito[2], Tetsuo Yamamoto[3], Chia-Hung Chen[4], Masa-yuki Yamamoto[2], Kensuke Nakajima[5], JANN-YENQ Liu[6]

1. 北海道情報大学、2. 高知工科大学、3. 北海道大学、4. 台湾国立成功大学、5. 九州大学、6. 台湾国立中央大学
1. Hokkaido Information University, 2. Kochi University of Technology, 3. Hokkaido University, 4. National Cheng Kung University, 5. Kyushu University, 6. National Central University

Acoustic waves are often emitted from large earthquakes, reach the thermosphere and disturb the ionosphere. The disturbances are observed by using of GNSS total electron content (TEC). After the foreshock of the 2011 Tohoku Earthquake, which occurred on 9 March 2011, traveling ionospheric disturbance induced by tsunami was detected. When vertical propagation of acoustic wave from the tsunami source area is assumed, the onset points of co-seismic ionospheric disturbance (CID) must coincide. However, the onset points of the co- CID were detected at different locations in different satellite data assuming that the altitude of CID were the same (ex. at 300 km). Furthermore, we found the onset times were different in the different satellite data. The results suggest that the altitudes of CID are different and timings of observation are also different in the different satellite data. By changing the altitudes of CID, we found coinciding onset point. Once the coinciding onset point is found in the different data sets, the altitudes of the CID are also estimated because the sub-ionospheric point is a function of the altitude of observation. The CID altitude were found at 155.4 and 234.9 km. Considering the time difference of the onset time (399.9 s to the altitude of 155.4 km and 476.1 s to 234.9 km), the acoustic wave velocity is estimated to be 1.04 km/s which is 1.4 times higher than the velocity calculated using the empirical model NRLMSISE-00. The fast acoustic wave would arise from temperature elevated by the limited degrees of freedom of motion of atmospheric molecules, and dissipation of the acoustic wave. Especially, the neutral temperature with heating by the dissipation of the acoustic wave would increase by a factor of 3 for acoustic waves with 0.1 Hz and a pressure at sea level of ~2 Pa, which is on the order of the pressure of the acoustic wave emitted from the sea surface during the observed event. The elevated temperature explains the fast acoustic wave.

キーワード：速い音波、2011年東北地震前震、地震後電離圏擾乱、GNSS全電子数、電離圏擾乱の高度推定、熱圏の加熱
Keywords: fast acoustic wave, the foreshock of the 2011 Tohoku Earthquake, co-seismic ionospheric disturbance , GNSS total electron content, altitude estimation of ionospheric disturbance , heating of the thermosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Study of quiet-time high-latitude thermospheric winds using a Fabry-Perot interferometer at Tromsoe: Averages and exceptional events

*徐 何秋岑[1]、塩川 和夫[1]、大山 伸一郎[1]
*Heqiucen XU[1], Kazuo Shiokawa[1], Shin-ichiro Oyama[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

In the previous reports, we studied the dependences of average winds on Kp and F10.7 indices by using a Fabry-Perot interferometer (FPI) at Tromsoe, Norway. In this study, we have further focused on the winds during both globally (Kp < 1+) and locally quiet times in order to provide a baseline wind without magnetic disturbances at latitude of Tromsoe. The wind variations were measured from the Doppler shift of both red-line (630.0 nm, altitudes: 200-300 km, upper thermosphere) and green-line (557.7 nm, altitudes: 90-100 km, mesopause region) emissions with a time resolution of ~13 min. The wind data were collected from 2009 to 2015. In the upper thermosphere, the quiet-time average zonal wind shows westward acceleration at pre-midnight side at ~21-24 LT, while the meridional wind has a minimum around the midnight. In the mesopause region, the average wind tends to show a westward and eastward flow at dusk and dawn side, respectively. By applying sinusoidal regression to the mesospheric average zonal wind, we found that the semidiurnal component has a dominant amplitude of 12.1 m/s. During quiet time, we also found a few exceptional events of more than 100 m/s westward at dusk side in the upper thermosphere. We speculate these exceptional westward winds are related to local plasma convection under quiet time or substorm activities occurred at some other latitudes/local times.

キーワード：熱圏、ファブリ・ペロー干渉計
Keywords: Thermosphere, Fabry-Perot interferometer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The longitudinal differences of lunar tidal characteristics between East Asian and American sectors during stratospheric sudden warming events: 2009-2018.

*Jing Liu[1], Donghe Zhang[1]

1. Peking University

With data of total electron content (TEC), equatorial electrojet (EEJ), stratospheric temperature and wind field, variations of the low-latitudinal ionosphere in East Asian and American sectors were investigated during stratospheric sudden warming events from 2009-2018. The lunar tidal amplitudes (M2) were derived with the least-square method. Then their features were compared separately during outstanding major events, moderate major events, minor events, and a non-SSW winter. Brief results are listed as follows: (1) In the American sector, the M2 tides appeared to be dominant over solar tides in all major events since distinct time-shifted semi-diurnal patterns could always be detected during those periods. (2) In the East Asian sector, the M2 characteristics were less clear, and sometimes even hard to identify, which means the relative strengths of lunar and solar tides are more complex in this sector. (3) The M2 amplitudes in TEC tend to be larger in the American sector than in East Asian sector during the same event. (4) The longitudinal differences tend to be lessened in minor SSWs compared to major SSWs. (5) During the non-SSW winter, lunitidal features could still be detected in both sectors. Similar results can be found in previous works for different kinds of parameters. Such longitudinal differences were attributed to combined effects of the geomagnetic field configuration, the latitudinal dependence of lunar and solar tides, the changes of atmospheric circulation, and the coupling process from the lower-atmosphere to the F region ionosphere.

Keywords: Stratospheric Sudden Warming, Low-latitudinal Ionosphere, Longitudinal Differences, Lunitidal Characteristics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

2019年5月30日(木) 9:00 ~ 10:30 | A04 東京ベイ幕張ホール

[P-EM11] Dynamics of Magnetosphere and Ionosphere

コンビーナ:中溝 葵(情報通信研究機構　電磁波研究所)、尾崎 光紀(金沢大学理工研究域電子情報学系)、藤本 晶子(九州工業大学)、堀 智昭(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、座長:中野 慎也(情報・システム研究機構 統計数理研究所)、野和田 基晴(山東大学)

This session provides an opportunity to present recent results from satellite and ground-based observations and theoretical and simulation studies on the magnetosphere, ionosphere, and their coupling processes. We invite talks and posters discussing various phenomena related to the magnetosphere-ionosphere system: solar wind-magnetosphere interaction, magnetosphere-ionosphere convection, field-aligned current, magnetic storms/substorms, neutral-plasma interaction, ionospheric ion inflow and outflow, aurora phenomena, and so forth. Discussions on planetary and satellite ionosphere and magnetospheres, future missions and instrument developments are also welcome.

9:00 ~ 9:15

[PEM11-07] **Nightside Distorted Transpolar Arcs and Their Possible Formation Process Model**

*野和田 基晴[1]、　俊[1]、ヒューベルト ベノワ[2]、宗 秋 [3]、史 全岐[1]、王 永福[3]、周 煦之[3]、　宇[3] (1.山東大学 威海校 空間科学与物理学学院 空間科学研究院 空間天気物理与探計測研究中心 、2.リージュ大学 宇宙科学技術天文研究所、3.北京大学 地球与空間科学学院 空間物理与応用技術研究所)

9:15 ~ 9:30

[PEM11-08] Ionospheric Conductivity Dependence of the Subauroral Polarization Streams Observed by the SuperDARN HF Radars

張 玉テイ[1]、*西谷 望[1]、堀 智昭[1]、Simon Shepherd[2]、William Bristow[3] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.ダートマス大学、3.アラスカ大学フェアバンクス校)

9:30 ~ 9:45

[PEM11-09] Ionospheric convection modeling based on convolution with a localized vector-valued basis function

*中野 慎也[1]、堀 智昭[2]、関 華奈子[3]、西谷 望[2] (1.統計数理研究所、2.名古屋大学宇宙地球環境研究所、3.東京大学大学院理学系研究科)

9:45 ~ 10:00

[PEM11-10] **Occurrence Statistics and Driving Mechanisms of Ionospheric ULF Waves Observed by SuperDARN Radars**

★Invited Papers

*Xueling Shi[1]、Joseph B. H. Baker[1]、John Michael Ruohoniemi[1]、Dong Lin[1]、Michael Hartinger[1,2] (1.Virginia Tech、2.Space Science Institute)

10:00 ~ 10:15

[PEM11-11] Magnetic Field Oscillations Observed by Swarm Satellites in the Nightside Upper Ionosphere During Low-latitude Pi2 Pulsations

*Khan-Hyuk Kim[1]、Jae-Hee Park[1] (1.School of Space Research, Kyung Hee Univ.)

10:15 ~ 10:30

[PEM11-12] Magnetospheric Multiscale observations of ULF waves and correlated low-energy ion monoenergetic acceleration

*Bin Li[1]、De-sheng Han[2]、Ze-jun Hu[1]、Jian-jun Liu[1]、Lei Dai[3] (1.Polar Research Institute of China、2.Tongji University、3.National Space Science Center, Chinese Academy of Sciences)

Nightside Distorted Transpolar Arcs and Their Possible Formation Process Model

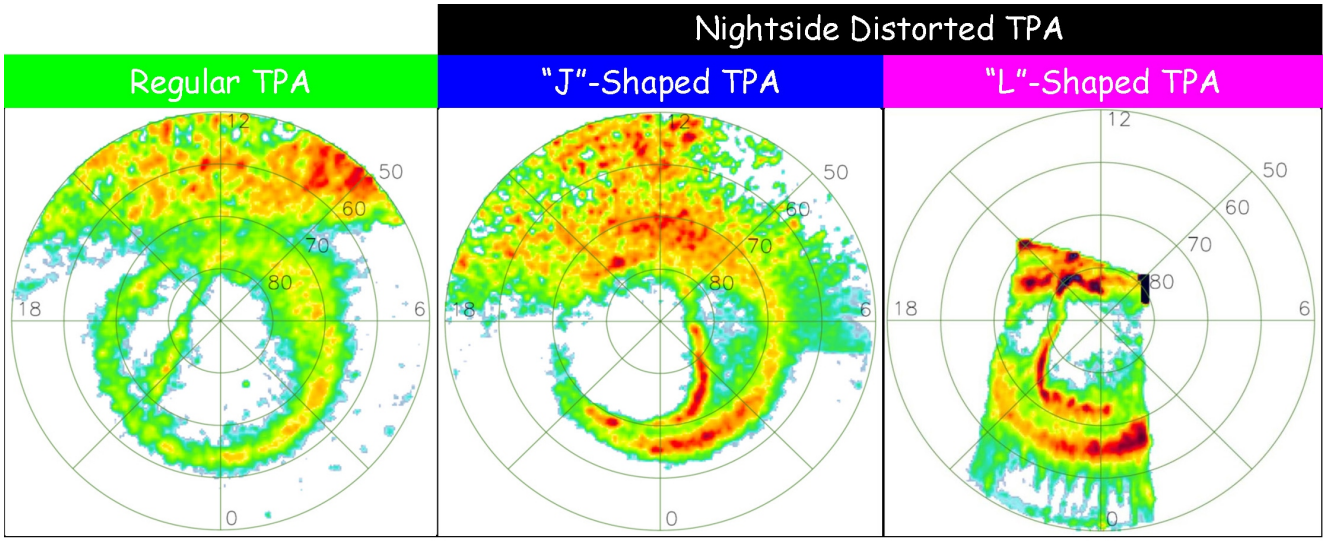
*野和田 基晴[1]、 俊[1]、ヒューベルト ベノワ[2]、宗 秋[3]、史 全岐[1]、王 永福[3]、周 煦之[3]、 宇[3]
*Nowada Motoharu[1], Jun Yang[1], Benoit Hubert[2], Qiu-Gang Zong[3], Quan-Qi Shi[1], Yong-Fu Wang[3], Xu-Zhi Zhou[3], Zhao Hua-Yu[3]

1. 山東大学 威海校 空間科学与物理学学院 空間科学研究院 空間天気物理与探計測研究中心 、2. リージュ大学 宇宙科学技術天文研究所、3. 北京大学 地球与空間科学学院 空間物理与応用技術研究所
1. Shandong University at Weihai, 2. Université de Liège, 3. Peking University

Transpolar Arc (TPA) is an important auroral phenomenon when considering how the energy stored in magnetotail is transported to ionosphere via magnetic reconnection under the northward interplanetary magnetic field. Magnetotail reconnection is considered to play a crucial role in TPA formation. Reconnection X-points are expected to retreat tailward as TPA grows from nightside auroral oval to the dayside. Usually, they straightforwardly retreat tailward, and reconnection-formed TPA morphology is straight-bar shape. However, we wonder how the TPA shape would be expected when traces of the tailward X-point retreats were not straightforward. The Wideband Imaging Camera (WIC), which is a part of Far Ultraviolet (FUV) instrument, onboard the Imager for Magnetopause-to-Aurora Global Exploration (IMAGE) satellite detected an interesting type of TPAs, which are identified as “nightside distorted TPAs”. Their main bar-shaped parts were located at the dawn or dusk sides, and the nightside ends of them got distorted toward pre- or post-midnight sectors. Because these TPAs look like the shape of an alphabetical letter of “J” or “L”, we distinguished the nightside distorted TPAs from “J”- and “L”-shaped TPAs. We followed the time sequence of the evolutions of several nightside distorted TPAs with the IMAGE FUV-WIC imager data. In most cases, the “J” and “L”-shaped TPAs started to grow from the nightside main auroral oval, and protruded to the dayside auroral oval via the experience of distortion, suggesting that magnetotail magnetic reconnection was closely be related with the formation of the nightside distorted TPAs. In this study, we have proposed a model to explain the nightside distorted TPA formation, in order to discuss that TPAs with their nightside ends distorted toward pre- or post-midnight were formed through how physical process. Furthermore, we have tried to verify whether or not our model proposed is appropriate to adequately explain formation process of nightside distorted TPA based on the global MHD simulation using the BATS-R-US codes.

キーワード：夜側に歪みを持つトランスポーラーアーク: “J”- and “L” 型トランスポーラーアーク、夜側磁気圏磁気リコネクション、リコネクションポイントの磁気圏尾部への直線的或いは歪曲的後退、動的平衡状態、磁気圏対流
Keywords: Nightside distorted transpolar arc: “J”- and “L”-shaped TPAs, Nightside magnetic reconnection, Straightforward or wry tailward retreats of X-points , State of dynamic equilibrium, Magnetospheric convection

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ionospheric Conductivity Dependence of the Subauroral Polarization Streams Observed by the SuperDARN HF Radars

張 玉テイ[1]、*西谷 望[1]、堀 智昭[1]、Simon Shepherd[2]、William Bristow[3]
Yuting Zhang[1], *Nozomu Nishitani[1], Tomoaki Hori[1], Simon G. Shepherd[2], William A. Bristow[3]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. ダートマス大学、3. アラスカ大学フェアバンクス校
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. Thayer School of Engineering, Dartmouth College, 3. University of Alaska Fairbanks

We investigate the characteristics of the subauroral polarization stream (SAPS), with a main focus on the solar zenith angle (SZA) dependence using the Super Dual Auroral Radar Network (SuperDARN) HF radars and NOAA POES spacecraft data. In this study, we used 3 SuperDARN radars (HOK / CVE / ADW), and checked data from 2008 to 2017 and found 124 SAPS events where the line-of-sight velocity is larger than 150m/s, magnetic local time is 13 to 19 hours and the flow regions are identified to be equatorward of the auroral precipitation region. For each event, we examined the SZA using the geographic latitude, longitude and the UT span of SAPS. We found that the results of CVE radar are different from the result of HOK and ADW radar, the SAPS observed by CVE radar can happen in high conductivity occasion when both hemispheres are illuminated. However, we found that these illuminated SAPS could only occur under geomagnetically disturbed condition and mostly in spring and fall. In addition, when the geomagnetic activity is low, SAPS tends to appear when the minimum threshold of illuminated ionospheric altitude is 130 km or more, which is near and slightly above the altitude of the peak of Pedersen conductivity. These results suggest that the generation mechanism of SAPS is affected by both geomagnetic activity and the Pedersen conductivity. Results of detailed discussion will be presented.

キーワード：SuperDARN北海道-陸別第一レーダー、太陽天頂角、サブオーロラ帯高速プラズマ流(SAPS)、電離圏-磁気圏結合、Pedersen電気伝導度
Keywords: SuperDARN Hokkaido East radar, solar zenith angle, sub-auroral polarization stream (SAPS), magnetosphere-ionosphere coupling, Pedersen conductivity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ionospheric convection modeling based on convolution with a localized vector-valued basis function

*中野 慎也[1]、堀 智昭[2]、関 華奈子[3]、西谷 望[2]
*Shin ya Nakano[1], Tomoaki Hori[2], Kanako Seki[3], Nozomu Nishitani[2]

1. 統計数理研究所、2. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、3. 東京大学大学院理学系研究科
1. The Institute of Statistical Mathematics, 2. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 3. Graduate School of Science, University of Tokyo

Divergence free assumption is useful for modeling the flow velocity distribution in the ionosphere where plasma velocity can be assumed to be orthogonal to a potential electric field. If the divergence of two-dimensional plasma velocity is assumed to be zero, we can consider a stream function yielding the plasma velocity distribution. In order to estimate the two-dimensional flow velocity distribution in the ionosphere, we propose a framework which expresses the stream function by a convolution with a spherical Gaussian function. From this spherical Gaussian function, we can obtain a localized vector-valued basis function for flow velocity distribution satisfying the divergence-free condition. Accordingly, flow velocity distribution can be represented by a convolution with the vector-valued basis functions. We combine this model with a state space model and estimate a temporal evolution using the Kalman filter algorithm. Hyperparameters of the model are determined by maximizing marginal likelihood.

The proposed framework is applied for estimating the two-dimensional ionospheric convection pattern from the Super Dual Auroral Radar Network (SuperDARN) data. Although there are some wide gaps in the spatial coverage of the SuperDARN radar network for ionospheric observation, the use of the localized basis function enhances the robustness of the estimate. This basis function also enables us to evaluate the uncertainty of the estimate which would be helpful for incorporating other observations. Some results of the analysis of the SuperDARN data will be demonstrated.

キーワード：電離圏対流、SuperDARN、球面ガウス関数
Keywords: ionospheric convection, SuperDARN, spherical Gaussian function

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Occurrence Statistics and Driving Mechanisms of Ionospheric ULF Waves Observed by SuperDARN Radars

*Xueling Shi[1], Joseph B. H. Baker[1], John Michael Ruohoniemi[1], Dong Lin[1], Michael Hartinger[1,2]

1. Virginia Tech, 2. Space Science Institute

Ultra-low frequency (ULF; 1 mHz - 5 Hz) waves are known to play an important role in the transfer of energy from the solar wind to Earth's magnetosphere and ionosphere. The Super Dual Auroral Radar Network (SuperDARN) is an international network consisting of 35 low-power high frequency coherent scatter radars at middle to polar latitudes that look into Earth's upper atmosphere and ionosphere. In this study, we use Doppler velocity measurements obtained by the SuperDARN radars and coordinated spacecraft observations to investigate the occurrence statistics and driving mechanisms of ionospheric ULF waves. Pc3-5 band (1.7-40.0 mHz) ULF waves were surveyed using high time resolution radar data from 2010 to 2016. Specifically, we have investigated the wave spatial occurrence, frequency characteristics, seasonal factors, and dependence on solar wind and geomagnetic conditions. We note two particular findings: (i) an internal wave-particle interaction source is responsible for Pc4 waves at high latitudes in the duskside ionosphere; and, (ii) a source associated with the magnetotail dynamics during active geomagnetic times is suggested for Pc3-4/Pi2 waves at midlatitudes in the nightside ionosphere. A few interesting ULF wave events will be further analyzed for their driving mechanisms via coordinated observations from spacecraft. Collectively, these research findings provide better constraints on where and when ionospheric ULF waves occur and how they might affect magnetospheric and ionospheric dynamics.

Keywords: ULF Waves, SuperDARN, Ionosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Magnetic Field Oscillations Observed by Swarm Satellites in the Nightside Upper Ionosphere During Low-latitude Pi2 Pulsations

*Khan-Hyuk Kim[1], Jae-Hee Park[1]

1. School of Space Research, Kyung Hee Univ.

Pi2-associated geomagnetic oscillations in the nighside upper ionosphere are studied using magnetic field data acquired by low-Earth orbiting multispacecraft Swarm and at the low-latitude Bohyun (BOH) station located at magnetic shell of L = 1.3 on 22 October 2014. Four Pi2 events were identified from the BOH data near midnight (MLT = 1.5) while Swarm A, B, and C spacecraft were orbiting on the nightside (MLT = 21-22) upper ionosphere from 70˚ to --60˚ in magnetic latitude (MLAT) at 450-500 km altitudes. It is found that the horizontal H component of BOH data is well correlated with the radial (B_x) and compressional (B_z) components of ionospheric magnetic fields when Swarm spacecraft were at |MLAT| < 30˚. Both B_x and B_z components exhibit in phase or out of phase with the BOH H oscillations depending on the location of the spacecraft (i.e., in the Northern Hemisphere or in the Southern Hemisphere). This indicates that Pi2-associated magnetic oscillation in the ionosphere is the consequence of field line displacement that is symmetric or odd mode about the magnetic equator. We also find that stationary magnetic field perturbation, which is similar to Pi2 oscillation but not associated Pi2 signals, in the upper ionosphere near magnetic equator. A statistical analysis for the global distribution of static/spatial magnetic field perturbations using low-latitude Pi2 oscillation as a reference is a subject of future work.

Keywords: Pi2 pulsation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Magnetospheric Multiscale observations of ULF waves and correlated low-energy ion monoenergetic acceleration

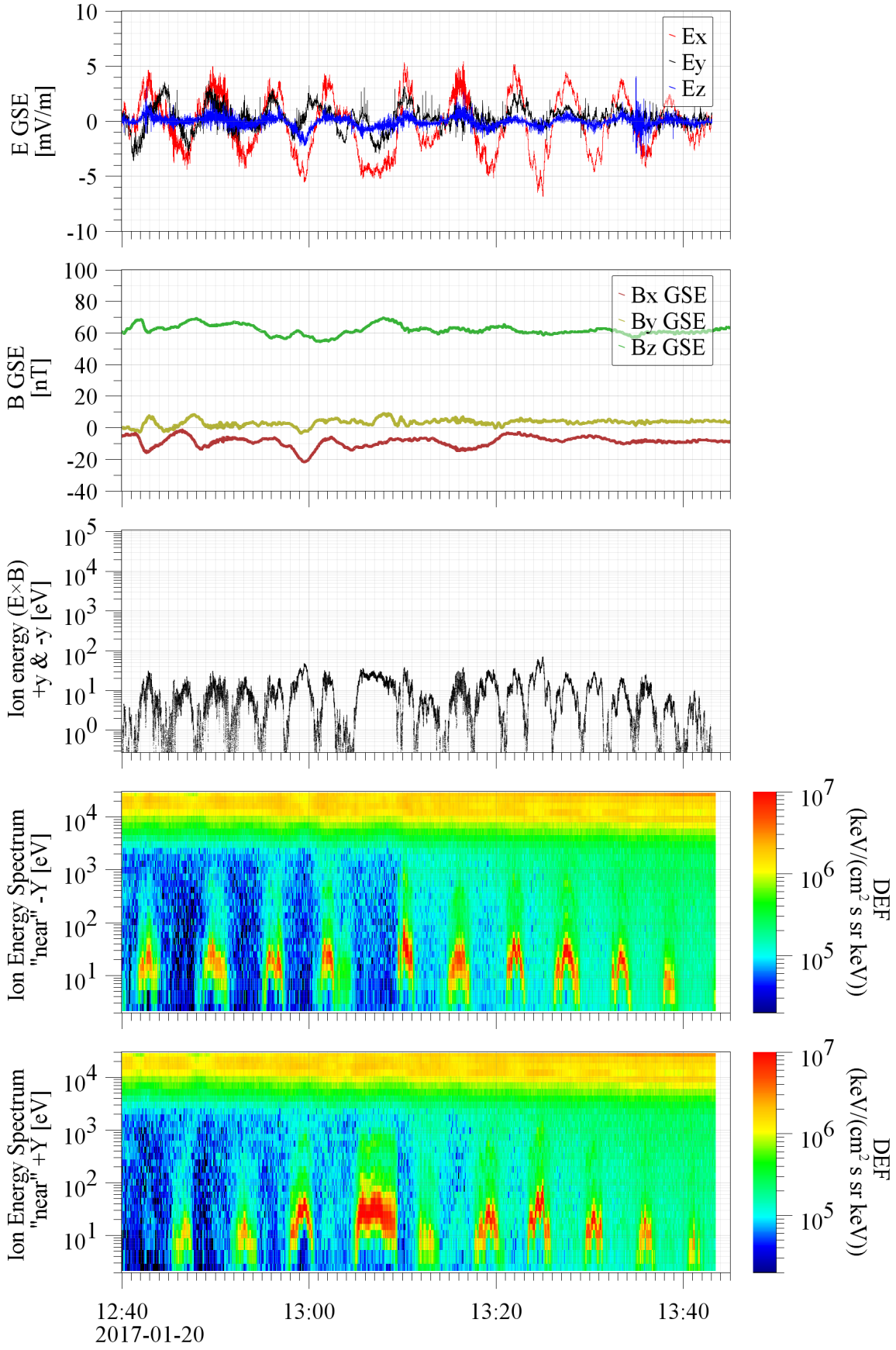
*Bin Li[1], De-sheng Han[2], Ze-jun Hu[1], Jian-jun Liu[1], Lei Dai[3]

1. Polar Research Institute of China, 2. Tongji University, 3. National Space Science Center, Chinese Academy of Sciences

Low-energy ions of ionospheric origin with energies below tens of eV dominate most of the volume and mass of the terrestrial magnetosphere. However, sunlit spacecraft often become positively charged to several tens of volts, which prevents low-energy ions from reaching the particle detectors on the spacecraft. Magnetospheric multiscale spacecraft (MMS) observations show that ultralow-frequency (ULF) waves drive low-energy ions to drift in the E×B direction with a drift velocity equal to $V_{E\times B}$, and low-energy ions were accelerated to a higher energy level to reach the detection range of the MMS/Fast Plasma Investigation (FPI). The maximum ion flux energy level detected by MMS1 DIS agreed perfectly with the theoretical calculation of H^+ ion E×B drift energy. The density of ions in the energy range below 2 eV was between 1 cm^{-3} and 3 cm^{-3} in the magnetosphere subsolar region in this event.

Keywords: low-energy ion monoenergetic acceleration, ultralow-frequency wave, E×B drift

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | A04 東京ベイ幕張ホール

[P-EM11] Dynamics of Magnetosphere and Ionosphere

コンビーナ:中溝 葵(情報通信研究機構　電磁波研究所)、尾崎 光紀(金沢大学理工研究域電子情報学系)、藤本 晶子(九州工業大学)、堀 智昭(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、座長:桂華 邦裕(東京大学大学院理学系研究科)、中野 慎也(情報・システム研究機構 統計数理研究所)、野和田 基晴(山東大学)

This session provides an opportunity to present recent results from satellite and ground-based observations and theoretical and simulation studies on the magnetosphere, ionosphere, and their coupling processes. We invite talks and posters discussing various phenomena related to the magnetosphere-ionosphere system: solar wind-magnetosphere interaction, magnetosphere-ionosphere convection, field-aligned current, magnetic storms/substorms, neutral-plasma interaction, ionospheric ion inflow and outflow, aurora phenomena, and so forth. Discussions on planetary and satellite ionosphere and magnetospheres, future missions and instrument developments are also welcome.

10:45 ~ 11:00

[PEM11-13] Statistical study on warm plasma in the magnetotail based on two-component fits of distribution functions

*桂華 邦裕[1]、浅見 隆太[1]、星野 真弘[1] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)

11:00 ~ 11:15

[PEM11-14] Analysis on anisotropy variations for pitch angle distributions of electrons with various parameters at dipolarization sites in the inner plasma sheet

*Kaiti Wang[1]、Zhuo-Ren Lang[2]、Ching-Huei Lin[3]、Tohru Hada[4]、Toshi Nishimura[5] (1.Tamkang Univ.、2.National Cheng Kung Univ.、3.Chien-Hsin Univ. of Sci. & Tech.、4.Kyushu Univ.、5.Boston Univ.)

11:15 ~ 11:30

[PEM11-15] Study of slow-mode shock formation in the symmetric magnetic reconnection based on hybrid simulations

*Nehpreet Kaur Walia[1]、Kanako Seki[1]、Takanobu Amano[1] (1. Department of Earth & Planetary Science, Graduate School of Science, University of Tokyo)

11:30 ~ 11:45

[PEM11-16] Reconstruction of the electron diffusion region of magnetotail reconnection seen by the Magnetospheric Multiscale spacecraft

*長谷川 洋[1]、Richard Denton[2]、中村 るみ[3]、Kevin Genestreti[4]、中村 琢磨[3]、Joo Hwang[5]、Tai Phan[6]、Roy Torbert[4]、Jim Burch[5]、Barbara Giles[7]、Dan Gershman[7]、Chris Russell[8]、Bob Strangeway[8]、Per-Arne Lindqvist[9]、Yuri Khotyaintsev[10]、Robert Ergun[11]、北村 成寿[12]、斎藤 義文[1] (1.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、2.ダートマス大学、3.オーストリア宇宙科学研究所、4.ニューハンプシャー大学、5.サウスウェスト研究所、6.カリフォルニア大学バークレー校、7.NASAゴダード宇宙飛行センター、8.カリフォルニア大学ロサンゼルス校、9.スウェーデン王立工科大学、10.スウェーデン宇宙物理学研究所、11.コロラド大学、12.東京大学地球惑星科学専攻)

11:45 ~ 12:00

[PEM11-17] MMS observations of the dense high speed flow in the magnetotail

*Mingyu Wu[1]、Tielong Zhang[1] (1.Harbin Insitute of Technology, Shenzhen)

12:00 ~ 12:15

[PEM11-18] The spatio-temporal development of lightning-induced electron precipitation events

★Invited Papers

*Robert C Moore[1]、Dooyoung Kim[1] (1.University of Florida)

Statistical study on warm plasma in the magnetotail based on two-component fits of distribution functions

*桂華 邦裕[1]、浅見 隆太[1]、星野 真弘[1]
*Kunihiro Keika[1], Ryuta Asami[1], Masahiro Hoshino[1]

1. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻
1. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo

A large number of observations reported two distinct plasma populations with different temperatures in the Earth's magnetotail: 1-10 keV for the hotter component and <1 keV for the colder. It is well accepted that plasma of solar wind origin can enter into the magnetosphere due to tailward convection of magnetic field lines that were reconnected at the dayside magnetopause, or due to instabilities or waves that develop on the dawn and dusk flanks. Cold plasma of ionospheric origin can be also transported into the plasma sheet predominantly along the field lines. Such cold plasma can be then heated/accelerated to 1 keV or higher. The dominant transport region(s) and heating mechanism(s) are, however, not well understood. This study investigates global characteristics of warm (10-1000 eV) plasma populations observed in the magnetotail in order to better understand transport regions of solar wind and ionospheric plasma.

We use data from plasma observations made by the Hot Plasma Composition Analyzer (HPCA) on board the Magnetospheric Multiscale (MMS) spacecraft. HPCA measures ions with energies of a few eV to ~40 keV with the determination of ion mass. We perform a one-component Maxwellian fit and a two-component Maxwellian fit to a distribution function of the omni-directional proton flux during intervals of slow flow speed (<~70 km/s). The best fit provides density and temperature of one-component Maxwellian plasma or density and temperature for each component of two-component Maxwellian plasma. This study is focused most on the colder (hotter) component of the two-component plasma, which we term a cold (normal) population. We apply this analysis and categorization to HPCA proton data obtained for a period of May 1 to August 31 of Year 2017. MMS dwelled in the magnetotail for the period, and HPCA data are available in the regions of 6 Re < r < 24 Re.

We examine dependence of density and temperature on plasma beta, which is the ratio of plasma thermal pressure to the magnetic pressure and thus represents the distance from the current sheet. The normal population shows clear positive correlations of density and temperature to plasma beta. This indicates adiabatic heating of lobe plasma transported toward the central plasma sheet. The cold population, on the other hand, does not show clear correlations. It is separated into three different types. Type 1 is characterized by positive correlations of density to plasma beta, similar to the normal population. Density is between 0.01 and 0.1 cm^{-3} at a beta range of 0.001 to 0.01, and increases to ~1 cm^{-3} at beta of >0.1. We confirm that the relation between density and temperature is well explained by adiabatic heating with the specific heat ratio of 5/3. Type 2 is seen only in the high beta (>0.1) regions, with density of ~0.01 cm^{-3}. Type 3 can be identified by a different relation between density and beta; density is between 0.01 and 1.0 with the highest occurrence frequency at 0.1 cm^{-3}, and temperature is a few 10s to 100s eV. Spatial distributions of each type show that Types 1 and 2 are observed at the radial distance of >10 Re. Type 1 shows no clear dawn-dusk asymmetry of occurrence frequency or average temperature, while Type 2 is more frequently observed on the dusk and dawn sides than around midnight. Type 3 occupies the region closer to 10 Re and is also observed at the radial distance of 10-20 Re with lower occurrence.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

We interpret that Type 1 is dominated by plasma of solar wind origin transported over the polar regions, through the lobe toward the plasma sheet. Type 2 is likely solar wind plasma that enters through the flank magnetopauses. Type 3 is of ionospheric origin, presumably from nightside auroral regions. We suggest that the north-south component of magnetospheric convection over the polar cap becomes dominant at the radial distance of 10 Re or further. Instabilities or waves that allow solar wind plasma to enter the plasma sheet are likely to sufficiently develop on the night side (i.e., $X < 0$).

キーワード：太陽風プラズマ流入、電離圏プラズマ供給、プラズマ混合、磁気圏低温プラズマ
Keywords: Entry of solar wind plasma, Supply of ionospheric plasma , plasma mixing, magnetospheric cold plasma

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analysis on anisotropy variations for pitch angle distributions of electrons with various parameters at dipolarization sites in the inner plasma sheet

*Kaiti Wang[1], Zhuo-Ren Lang[2], Ching-Huei Lin[3], Tohru Hada[4], Toshi Nishimura[5]

1. Tamkang Univ., 2. National Cheng Kung Univ., 3. Chien-Hsin Univ. of Sci. & Tech., 4. Kyushu Univ., 5. Boston Univ.

During geomagnetic activities, dipolarization of geomagnetic fields can been found to occur at tailside. In this study, we investigate variations in anisotropies of pitch angle distributions for electrons at 63 observed dipolarization sites around distance of 10 R_E (Earth radii) near the magnetic equator in the inner plasma sheet when auroral electrojet AL index decreases. Observational data from 2008 to 2011 for electrons below ~26 keV from the instrument ESA (ElectroStatic Analyzer) onboard of THEMIS mission are adopted. Followed from our previous presentation in which the dependence of these variations on field line lengths (FLL) was focused on [*Wang et al.*, 2018], we present new analysis results concentrating on the dependence of the changes as well as the rates of changes in FLL, magnetic field strengths, and dipolarization angles, during a dipolarizaion period. Comparisons between the anisotropy variations in pitch angle distributions of electrons and the associated bounce time of electrons, event dipolarization time, and measured environmental electric fields will also be presented and discussed.

References

Wang, K., Z. R. Lang, C. H. Lin, T. Hada, A. B. C. Chen, Y. Nishimura (2018). On the field line length dependence of variations in anisotropies for pitch angle distributions of keV electrons at dipolarization sites in the tailside. PEM16-25, JpGU Meeting 2018, Chiba, Japan.

Keywords: dipolarization, anisotropy of pitch angle distributions of electrons , observations of THEMIS mission

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Study of slow-mode shock formation in the symmetric magnetic reconnection based on hybrid simulations

*Nehpreet Kaur Walia[1], Kanako Seki[1], Takanobu Amano[1]

1. Department of Earth & Planetary Science, Graduate School of Science, University of Tokyo

Fast magnetic reconnection is achieved in the Petschek' s reconnection theory [1964] via a pair of slow-mode shocks on each side of the diffusion region. The occurrence of these slow-mode shocks has been established in MHD regime by the various MHD and Hall-MHD simulation studies [e.g., e.g., Hoshino and Nishida, 1983; Biernat et al., 1989; Lin and Lee, 1993; Hau and Wang, 2016]. However, in the kinetic regime, their existence is still debated. Some of the hybrid and PIC simulations studies of magnetic reconnection region show slow-shock like structures, where either all the Rankine-Hugoniot (RH) or the Mach number conditions are not satisfied [e.g., Krauss-Varban and Omidi, 1995; Lottermoser et al. 1998; Higashimori and Hoshino, 2012], while some show the presence of Petschek like slow-mode shocks [e.g., Lin and Swift, 1996; Liu et al. 2012; Innocenti et al., 2015]. With satellite observations, the presence of slow-mode shocks have been confirmed for both asymmetric dayside magnetopause reconnection [Walia et al., 2018 and Sonnerup at al., 2016] and symmetric magnetotail reconnection [e.g. Feldman et al., 1987; Saito et al., 1995; Eriksson et al., 2004]. Walia et al. [2018] and Saito et al. [1995] reported that the detection probability of slow-mode shocks at around 20% and 10% in the dayside magnetopause and the magnetotail, respectively. One of the reasons for low detection probability of slow-mode shocks can be that the non-slow mode shock crossings used in the observational studies are very close to the X-point, and hence the slow-mode structure has not developed fully. The error in the determination of the shock normal direction and the shock frame of reference can be another reason for lack of observations of slow-mode shocks. In situ measurements via the use of the satellite data, can help us to look into the detailed structure of a magnetic reconnection crossing, but if one wants to look at the whole structure of magnetic reconnection region, simulation studies are needed. Especially, if one wants to look into the transition from the kinetic scales to MHD scales to find out how the structure of reconnection region changes and slow-mode shocks or other discontinuities form and develop.

In the present study we use 2D hybrid simulations for symmetric magnetic reconnection with isotropic temperature to investigate the formation of slow-mode shocks. The presence of slow-shocks in the magnetic reconnection region is established by checking the satisfaction of the RH conditions and specific conditions of Mach numbers, normal angles etc. [e.g., Seon et al., 1995, 1996]. We check the set of 12 slow-mode shock conditions and use the 30% satisfaction criteria [e.g., Walia et al., 2018; Eriksson et al., 2004] at all distances from the X-point to study the formation of slow-mode shocks from the ion inertial length scales to MHD scale. We found that the Petschek like slow-mode shocks can be identified as close as ~10 λ_i (λ_i = ion inertial length) to the X-point. Below, 10 λi slow-mode shocks are not fully developed, and rather slow shock-like structure is present. Also, it is found that the slow-mode shock identification is sensitive to the slow-shock normal determination. We will also report the differences in the satisfaction of various conditions (e.g., RH conditions, Mach numbers) and the characteristics of the ion distribution functions between the regions with slow-mode shocks and slow shock-like structures.

Keywords: Magnetic reconnection, Slow-mode shocks

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Reconstruction of the electron diffusion region of magnetotail reconnection seen by the Magnetospheric Multiscale spacecraft

*長谷川 洋[1]、Richard Denton[2]、中村 るみ[3]、Kevin Genestreti[4]、中村 琢磨[3]、Joo Hwang[5]、Tai Phan[6]、Roy Torbert[4]、Jim Burch[5]、Barbara Giles[7]、Dan Gershman[7]、Chris Russell[8]、Bob Strangeway[8]、Per-Arne Lindqvist[9]、Yuri Khotyaintsev[10]、Robert Ergun[11]、北村 成寿[12]、斎藤 義文[1]

*Hiroshi Hasegawa[1], Richard E. Denton[2], Rumi Nakamura[3], Kevin J. Genestreti[4], Takuma Nakamura[3], Kyoung Joo Hwang[5], Tai D. Phan[6], Roy B. Torbert[4], Jim L. Burch[5], Barbara L. Giles[7], Dan J. Gershman[7], Chris T. Russell[8], Bob J. Strangeway[8], Per Arne Lindqvist[9], Yuri V. Khotyaintsev[10], Robert E. Ergun[11], Naritoshi Kitamura[12], Yoshifumi Saito[1]

1. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、2. ダートマス大学、3. オーストリア宇宙科学研究所、4. ニューハンプシャー大学、5. サウスウェスト研究所、6. カリフォルニア大学バークレー校、7. NASAゴダード宇宙飛行センター、8. カリフォルニア大学ロサンゼルス校、9. スウェーデン王立工科大学、10. スウェーデン宇宙物理学研究所、11. コロラド大学、12. 東京大学地球惑星科学専攻

1. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 2. Dartmouth College, 3. Space Research Institute, Austrian Academy of Science, 4. University of New Hampshire, 5. Southwest Research Institute, 6. University of California Berkeley, 7. NASA Goddard Space Flight Center, 8. University of California Los Angeles, 9. Royal Institute of Technology, 10. Swedish Institute of Space Physics, 11. University of Colorado, 12. University of Tokyo

Magnetic reconnection is a fundamental plasma process that controls transfer of solar wind energy and mass to planetary magnetospheres and causes explosive energy release associated with solar flares and sudden auroral brightening. NASA's Magnetospheric Multiscale (MMS) mission, which consists of four identical spacecraft launched in March 2015, aims at elucidating how magnetic reconnection works with unprecedented high temporal and spatial resolution measurements of charged particles and electromagnetic fields in space. MMS has been observing Earth's magnetotail since May 2017, and encountered the central region of magnetic reconnection, called the electron diffusion region (EDR), on 11 July 2017 (Torbert et al., Science, 2018). We present results from the reconstruction of the electron diffusion region (EDR) observed in this event. The conditions were suited for the reconstruction technique, developed by Sonnerup et al. (JGR, 2016), that produces magnetic field and electron streamline maps based on a two-dimensional (2-D), time independent, inertia-less form of electron magnetohydrodynamic equation, assuming an approximately symmetric current sheet and negligible guide magnetic field. Our reconstruction results (Hasegawa et al., JGR, 2019) indicate that although the X point was not captured inside its tetrahedron, MMS approached the X point as close as one electron inertial length ~27 km. The opening angle of the recovered separatrix field line, combined with theory, suggests that the dimensionless reconnection rate was 0.17, which is consistent with the measured reconnection electric field 2–4 mV/m. The stagnation point of the reconstructed electron flow is shifted earthward of the X point by ~90 km, one possible interpretation of which is discussed. The energy conversion rate **j'E'** in the electron frame tends to be higher near the stagnation point, consistent with earlier observations and simulations, and is not correlated with the amplitude of broadband electrostatic waves observed in the upper-hybrid frequency range. The latter suggests that the waves did not contribute to energy dissipation in this particular EDR.

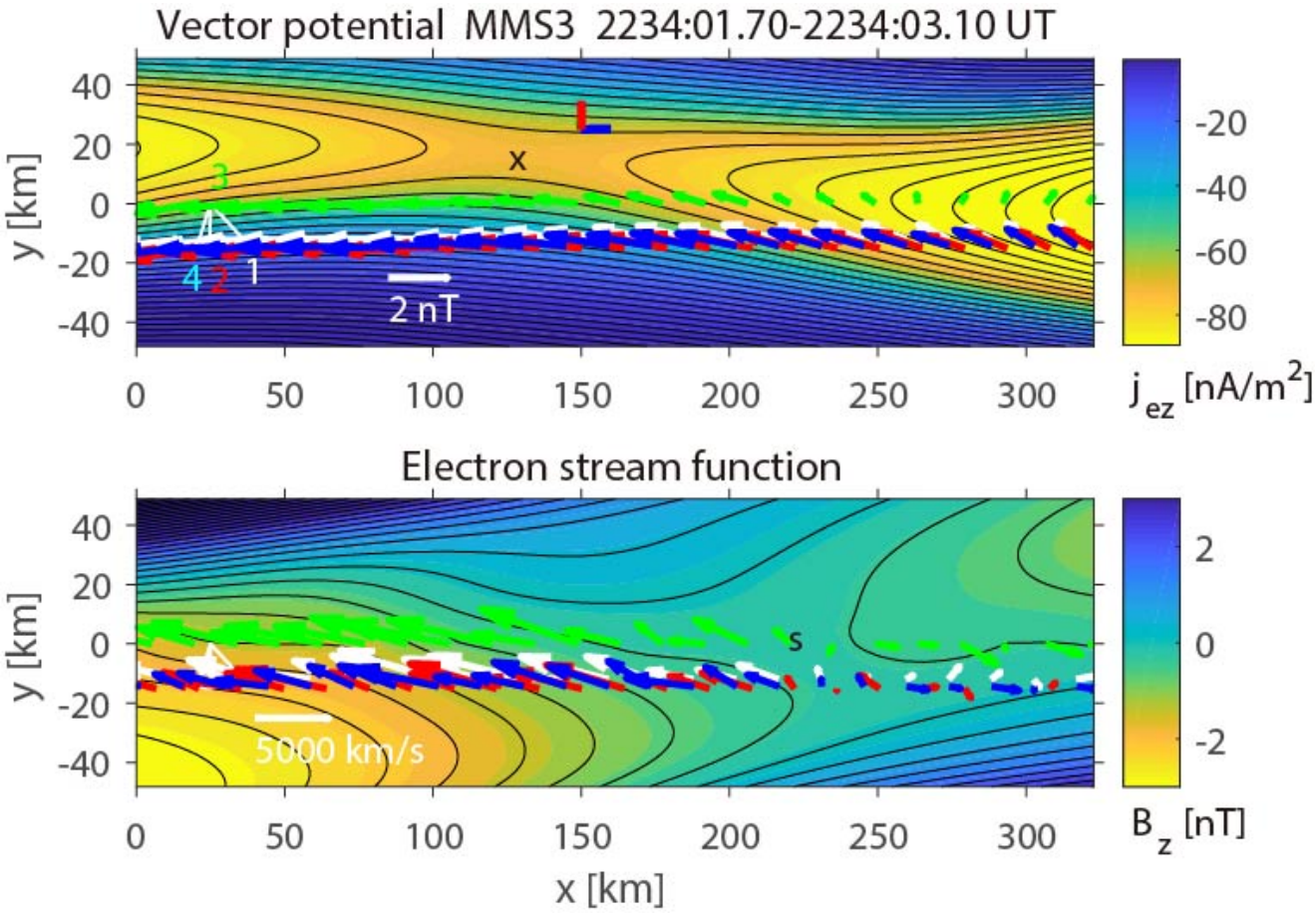
References:

Hasegawa, H., Denton, R. E., Nakamura, R., Genestreti, K. J., Nakamura, T. K. M., Hwang, K.-J., et al.,

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Reconstruction of the electron diffusion region of magnetotail reconnection seen by the MMS spacecraft on 11 July 2017. Journal of Geophysical Research: Space Physics, 124. https://doi.org/10.1029/2018JA026051, 2019.
Sonnerup, B. U. O., H. Hasegawa, R. E. Denton, and T. K. M. Nakamura, Reconstruction of the electron diffusion region, J. Geophys. Res. Space Physics, 121, 4279-4290, doi:10.1002/2016JA022430, 2016.
Torbert, R. B., J. L. Burch, T. D. Phan, ... Y. Saito, Electron-scale dynamics of the diffusion region during symmetric magnetic reconnection in space, Science, doi:10.1126/science.aat2998, 2018.

キーワード：磁気リコネクション、磁気圏尾部、電子拡散領域
Keywords: magnetic reconnection, magnetotail, electron diffusion region



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

MMS observations of the dense high speed flow in the magnetotail

*Mingyu Wu[1], Tielong Zhang[1]

1. Harbin Insitute of Technology, Shenzhen

With the MMS observations in the magnetotail, we report a earthward, dense, high speed, bulk flow event. In this event, two dense high speed flows (DHSF) are observed. Compared with the plasma sheet, DHSF contains much denser and colder plasma. Ion density of DHSF is about 8 times higher to plasma sheet density, while temperature of DHSF is several times lower to plasma sheet plasma. Due to the high density, DHSF can transport mass more effective than normal bursty bulk flows. Such DHSF can be generated by Magnetic reconnection, but the generation mechanism is still unclear.

Keywords: High-density bulk flow, Plasma sheet, Magnetic reconnection

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The spatio-temporal development of lightning-induced electron precipitation events

*Robert C Moore[1], Dooyoung Kim[1]

1. University of Florida

Lightning-induced electron precipitation (LEP) events occur when the electromagnetic energy radiated by lightning couples to the magnetosphere and scatters ¬stably trapped radiation belt electrons. A portion of these scattered electrons in turn precipitate into the underlying ionosphere, producing electron density disturbances in the D-region ionosphere which can be detected by VLF remote sensing. When LEP events are observed nearly simultaneously at both the northern and southern ends of a field line, the LEP event is known as a conjugate LEP event. In this paper, an array of VLF receivers in the northern hemisphere is used to measure the spatial-temporal development of the LEP-related ionization patch produced within the D-region ionosphere. During one interesting event, LEP-associated VLF signal perturbations were observed at three receiver sites in the northern hemisphere (Florida, North Carolina, and Connecticut) and at one receiver in the conjugate hemisphere (Palmer Station, Antarctica). The LEP-related disturbance is observed to move poleward with time, consistent with many past observations. A second interesting event indicates the detection of an eastward expansion (with time) of the LEP-related disturbance, however. Together, these observations indicate that previous large-scale statistics compiled for conjugate LEP events may be seriously impacted by the spatio-temporal development of the LEP-associated ionospheric disturbances in the two hemispheres. Perhaps equally importantly, these observations indicate that VLF remote sensing can be used to measure the temporal and spatial development of energetic electron precipitation from the Earth's radiation belts.

Keywords: Lightning-induced electron precipitation, Radiation belts, Ionosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

2019年5月30日(木) 13:45 ~ 15:15 | A04 東京ベイ幕張ホール

[P-EM11] Dynamics of Magnetosphere and Ionosphere

コンビーナ:中溝 葵(情報通信研究機構　電磁波研究所)、尾崎 光紀(金沢大学理工研究域電子情報学系)、藤本 晶子(九州工業大学)、堀 智昭(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、座長:北村 成寿(東京大学大学院理学系研究科)、佐藤 由佳(日本工業大学)

This session provides an opportunity to present recent results from satellite and ground-based observations and theoretical and simulation studies on the magnetosphere, ionosphere, and their coupling processes. We invite talks and posters discussing various phenomena related to the magnetosphere-ionosphere system: solar wind-magnetosphere interaction, magnetosphere-ionosphere convection, field-aligned current, magnetic storms/substorms, neutral-plasma interaction, ionospheric ion inflow and outflow, aurora phenomena, and so forth. Discussions on planetary and satellite ionosphere and magnetospheres, future missions and instrument developments are also welcome.

13:45 ~ 14:00

[PEM11-19] サブストーム時におけるエネルギーの流れ、ダイナモ、沿磁力線電流

*海老原 祐輔[1]、田中 高史[2] (1.京都大学生存圏研究所、2.九州大学)

14:00 ~ 14:15

[PEM11-20] **Electron flux and field-aligned current associated with Pc5 auroral arc pulsations observed onboard THEMIS and DMSP satellites**

*佐藤 夏雄[1]、行松 彰[1,2]、田中 良昌[1,2]、堀 智昭[3]、門倉 昭[1,2]、櫻井 亨[4]、Desheng Han[5]、Yuzhang Ma[6]、Qinghe Zhang[6] (1.国立極地研究所、2.総研大、3.名古屋大学、4.東海大学、5.同済大学、6.山東大学)

14:15 ~ 14:30

[PEM11-21] Multiple spots of enhanced electron precipitation near the equatorward boundary of the cusp

*田口 聡[1]、小瀬 智史[1]、高須 浩平[1]、田中 杜雄[1]、細川 敬祐[2]、小川 泰信[3] (1.京都大学理学研究科地球惑星科学専攻地球物理学教室、2.電気通信大学情報理工学研究科、3.国立極地研究所)

14:30 ~ 14:45

[PEM11-22] Statistical study of auroral/resonant-scattering 427.8-nm emission observed at subauroral latitudes over 14 years

*塩川 和夫[1]、大塚 雄一[1]、Martin Connors[2] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.アサバスカ大学)

14:45 ~ 15:00

[PEM11-23] 無人システムを利用したオーロラ現象の南極広域ネットワーク観測：共役点イベント解析（２）

*門倉 昭[1]、山岸 久雄[1]、岡田 雅樹[1]、小川 泰信[1]、田中 良昌[1]、片岡 龍峰[1]、内田 ヘルベルト陽仁[1]、大塚 雄一[2] (1.国立極地研究所、2.名古屋大学)

15:00 ~ 15:15

[PEM11-24] **Dawn-Dusk Asymmetry in Dayside and Nightside auroral Ovals: Surveys of auroral emissions based on the all-sky imagers in Arctic and Antarctic**

★Invited Papers

*Zejun Hu[1] (1.Polar Research Institute of China)

サブストーム時におけるエネルギーの流れ、ダイナモ、沿磁力線電流
Energy flow, dynamo and field-aligned current during a substorm

*海老原 祐輔[1]、田中 高史[2]
*Yusuke Ebihara[1], Takashi Tanaka[2]

1. 京都大学生存圏研究所、2. 九州大学
1. Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, 2. Kyushu University

A substorm is one of the most severe disturbances that occur in the magnetosphere. Extremely bright aurora is a great manifestation of the substorm. Since the bright aurora is caused by precipitating electrons, the bright aurora is closely associated with the upward field-aligned currents (FACs). Simultaneously, a large amount of energy, of the order of 10^{11} watts, is consumed in the auroral ionosphere due to Joule dissipation during the substorm. The dissipating energy is brought by the FACs that are rapidly intensified. Thus, the formation of the FACs is a key to understand the substorm. The generation of the FACs is accompanied with conversion of energy (dynamo). The energy comes from the solar wind. The purpose of this study is to provide a unified view of a substorm in terms of the energy flow, energy conversion (dynamo) and field-aligned current on the basis of a global magnetohydrodynamics (MHD) simulation. The recent global MHD simulation tells us that, at least, some dynamo regions appear one by one in association with the substorm. The first dynamo region is found in the bow shock where the solar wind kinetic energy is converted to the magnetic energy and the internal energy. However, the role of the bow shock dynamo is suggested to be minor. The second dynamo region is found in the lobe region when the interplanetary magnetic field (IMF) is northward. A complicated structure of the plasma pressure in the lobe gives rise to the generation of FACs that could manifest high-latitude auroral arcs during the growth phase. The third dynamo region appears in the mantle region when IMF is southward. The internal energy is converted to the magnetic energy by way of the kinetic energy in the mantle dynamo. Simultaneously, a large-scale FACs (known as Region 1 FACs) are generated in association with the mantle dynamo, which is probably responsible to the formation of a quiet auroral arc during growth phase. The fourth dynamo appears in the near-Earth magnetosphere on the nightside as a consequence of the formation of the near-Earth neutral line. The magnetic energy (coming from the lobe region) is converted to the internal energy, followed by the kinetic energy and the magnetic energy. The near-Earth dynamo is associated with the onset of the sudden intensification of the upward FACs that are related to the initiation of the auroral breakup. The fifth dynamo is located near the leading/trailing edges of the bright auroral surge where charge separation takes place due to the gradient of the ionospheric Hall conductivity. A localized upward FAC is generated, which probably manifests the bright auroral surge traveling westward. It is concluded that the evolution of the substorm can be understood to the evolution of the dynamo regions in the magnetosphere and the ionosphere.

キーワード：サブストーム、エネルギー変換、電磁流体シミュレーション
Keywords: Substorm, Energy conversion, MHD simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Electron flux and field-aligned current associated with Pc5 auroral arc pulsations observed onboard THEMIS and DMSP satellites

*佐藤 夏雄[1]、行松 彰[1,2]、田中 良昌[1,2]、堀 智昭[3]、門倉 昭[1,2]、櫻井 亨[4]、Desheng Han[5]、Yuzhang Ma[6]、Qinghe Zhang[6]
*Natsuo Sato[1], Akira S Yukimatu[1,2], Yoshimasa Tanaka[1,2], Tomoaki Hori[3], Akira Kadokura[1,2], Tohru Sakurai[4], Desheng Han[5], Yuzhang Ma[6], Qinghe Zhang[6]

1. 国立極地研究所、2. 総研大、3. 名古屋大学、4. 東海大学、5. 同済大学、6. 山東大学
1. National Institute of Polar Research, 2. SOKENDAI, 3. Nagoya University, 4. Tokai University, 5. Tongji University, 6. Shandong University

Pc5 poleward moving auroral arc (PMAA) pulsations observed on the ground in the post-midnight sector exhibit east-west-aligned auroral arcs elongated ~ 1000-3000 km and behave poleward moving form with a recurrence period of ~ 2-10 minutes (Pc5 range). They appear just poleward side of common type pulsating auroras. We examined the space-ground coordinated observations with the THEMIS-A, D, and E spacecraft whose footprints were located near the PMAA observed with the all-sky imager on the ground. The latitudinal wave amplitudes and phase structures are consistent with the field-line resonance (FLR) model, while the period of oscillation was longer at the higher latitude side (not a monochromatic wave). The electron flux in the higher energy range of ~ 2–20 keV showed decreasing modulation in conjunction with the FLR oscillations. The intensity of the electric field and the velocity showed a spatial gradient that suggests the existence of a field-aligned current flow around the region of the satellites. The period of FLR oscillations in the magnetosphere was ~ 15–25% longer than that of the auroral pulsations in the ionosphere, and the enhancement of FLR oscillations was ~ 3–4 minutes ahead of the auroral pulsations. These signals imply that the FLR oscillations could not directly enhance the luminosity oscillation but needed some other process that could enhance the luminosity pulsation. We will examine the mechanism of how to produce the field-aligned electric field in association with the PMAA. In this study we focus on the characteristics of the electron flux variations observed onboard the THEMIS and DMSP satellites. The THEMIS satellites were located near the equatorial plane in the magnetosphere, and the DMSP satellites traversed in the ionosphere and crossed over the field of view of all-sky imager at observatories in Canada and Alaska and Syowa Station in Antarctica. It is found that the DMSP satellites observed the precipitating electron flux that behaved the feature of field-aligned acceleration and also observed the field-aligned currents when the DMSP satellite crossed the region of the PMAA.

キーワード：オーロラアーク脈動、Pc5脈動、脈動オーロラ、磁力線共鳴、THEMIS衛星、DMSP衛星
Keywords: auroral arc pulsation, Pc 5 pulsation, pulsating aurora, field-line resonance, THEMIS spacecraft, DMSP satellite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Multiple spots of enhanced electron precipitation near the equatorward boundary of the cusp

*田口 聡[1]、小瀬 智史[1]、高須 浩平[1]、田中 杜雄[1]、細川 敬祐[2]、小川 泰信[3]
*Satoshi Taguchi[1], Satoshi Kose[1], Kohei Takasu[1], Morio Tanaka[1], Keisuke Hosokawa[2], Yasunobu Ogawa[3]

1. 京都大学理学研究科地球惑星科学専攻地球物理学教室、2. 電気通信大学情報理工学研究科、3. 国立極地研究所
1. Department of Geophysics, Graduate School of Science, Kyoto University, 2. Department of Communication Engineering and Informatics, University of Electro-Communications, 3. National Institute of Polar Research

Localized enhancements of electron precipitation near the equatorward boundary of the cusp is thought to be caused by enhanced fluxes of soft magnetosheath electrons in the flux tube immediately after localized intermitted reconnection on the dayside magnetopause. A recent study based on an all-sky imager has reported an event which shows that enhanced electron precipitation appears in two separate locations along the equatorward boundary of the cusp, and that the distance between them is approximately 0.2 MLT. In this study we have examined if there is any characteristic scale in the distance between neighboring electron precipitation spots near the equatorward of the cusp to understand the characteristics of the occurrence point of intermittent reconnection. We analyzed 630-nm aurora data from an all-sky imager at Longyearbyen, Svalbard, and electron precipitation and field-aligned current data from DMSP spacecraft, which flied in the field-of-view of the auroral imager. A simultaneous observation event shows that six enhanced electron precipitation regions, each of which is accompanied with an upward/downward pair of mesoscale field-aligned currents, were observed along the pass of the DMSP satellite, and that all of those enhanced electron precipitation regions were also identified as auroral spots in the 630-nm auroral image data. By examining auroral image data obtained before the simultaneous observation event, we traced back to the initial brightening for each auroral spot. The result of analysis has shown that the longitudinal distance between the neighboring spots near the equatorward boundary of the cusp lies between 0.15 and 0.4 MLT. The statistical analysis with data obtained for longer period of time on the same day has also shown a similar tendency. We discuss why localized intermittent reconnection tends to occur in such locations.

キーワード：カスプ、オーロラ、電子降下、リコネクション
Keywords: cusp, aurora, electron precipitation, reconnection

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Statistical study of auroral/resonant-scattering 427.8-nm emission observed at subauroral latitudes over 14 years

*塩川 和夫[1]、大塚 雄一[1]、Martin Connors[2]
*Kazuo Shiokawa[1], Yuichi Otsuka[1], Martin Connors[2]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. アサバスカ大学
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. Athabasca University

Auroral emission at 427.8-nm from N_2^+ ions is caused by precipitation of energetic electrons, or by resonant scattering of sunlight at high altitudes by N_2^+ ions. The latter often causes impressive purple aurora at high altitudes. However, statistical characteristics of auroral 427.8-nm emission have not well been understood. In this paper we report occurrence characteristics of high 427.8-nm emission intensities (more than 100 R) at subauroral latitudes, based on measurements by a filter-tilting photometer over 14 years (2005-2018) at Athabasca, Canada (magnetic latitude: ~62°). We divided the dataset into the elevation angles (θ s) of the sun more than and less than -24° (shadow height of sunlight: 600 km) to separate the 427.8-nm emissions caused by resonant scattering of sunlight and those excited by auroral electrons, respectively. The occurrence rate of 427.8-nm emissions of more than 100 R is 10.6 % and 7.65 % for θ s more than and less than -24°, respectively. The occurrence rate is high in the post-midnight sector, and increases with increasing geomagnetic activity, solar-wind speed, and density. The occurrence rate is highest in summer. A high occurrence rate was also observed in 2015-2018, from the maximum to the declining phase of the 11-year solar activity. Superposed epoch analysis indicates that the 427.8-nm emission exceeds 100 R when solar wind speed increases and solar wind density concurrently decreases, suggesting that the solar wind structures typically observed at the arrival of corotating interaction regions (CIR) can be responsible for the high 427.8-nm emission.

キーワード：427.8 nm発光、太陽光の共鳴散乱、紫のオーロラ
Keywords: 427.8 nm emission, resonant scattering of sunlight, purple aurora

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

無人システムを利用したオーロラ現象の南極広域ネットワーク観測：共役点イベント解析（２）

Antarctic large area network observation of auroral phenomena using unmanned system: Conjugate auroral event studies (2)

*門倉 昭[1]、山岸 久雄[1]、岡田 雅樹[1]、小川 泰信[1]、田中 良昌[1]、片岡 龍峰[1]、内田 ヘルベルト陽仁[1]、大塚 雄一[2]
*Akira Kadokura[1], Hisao Yamagishi[1], Masaki Okada[1], Yasunobu Ogawa[1], Yoshimasa Tanaka[1], Ryuho Kataoka[1], Herbert Akihito Uchida[1], Yuichi Otsuka[2]

1. 国立極地研究所、2. 名古屋大学
1. National Institute of Polar Research, 2. Nagoya University

2017年9月28日に、南極昭和基地とアイスランドとの間で同時観測された共役点オーロライベントの解析結果について紹介する。この時、南極側では、昭和基地から東に約500km離れた沿岸域のアムンゼン湾に設置されている「無人オーロラ観測装置（UAO：Unmanned Auroral Observation system）」によっても、全天オーロライメージャのデータが取得されており、従来よりもより広い経度範囲でのオーロラ活動の共役性の議論を行う。

キーワード：オーロラ、共役点観測、サブストーム
Keywords: aurora, conjugate observation, substorm

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Dawn-Dusk Asymmetry in Dayside and Nightside auroral Ovals: Surveys of auroral emissions based on the all-sky imagers in Arctic and Antarctic

*Zejun Hu[1]

1. Polar Research Institute of China

The synoptic distributions of dayside aurora in the Northern and Southern Hemispheres, acquired from all-sky imagers at Yellow River Station in Arctic and South Pole Station in Antarctica, respectively, present the same two-peak structure, namely, the prenoon 09:00 MLT and postnoon 14:00-15:00 MLT peaks. The auroral intensity presents a hemispheric asymmetry, i.e., the postnoon intensity is less than the prenoon intensity in the Southern Hemisphere but more in the Northern Hemisphere. The hemispheric asymmetry is not changed with the change of IMF’ s polarity, although 1) the negative (positive) IMF By favors the postnoon 557.7/630.0-nm auroral emissions, and the positive (negative) By favor to the excitation of 630.0-nm auroral on prenoon oval in the Northern (Southern) Hemisphere; 2) the 630.0-nm auroral intensity in dayside oval increases dramatically during the negative IMF Bz. We suggested that 1) the two-peak structure in the dayside oval are predominantly related with the prenoon/postnoon antiparallel reconnection in high-latitude magnetopause produced to the prenoon and postnoon peaks; 2) the IMF By should modulate the dayside aurora through the inter-hemispheric current, which is produced by a north-south oriented electric field , and changing the distribution of midday R0-R1 current; 3) the opposite prenoon-postnoon asymmetries of dayside auroral distributions in the two hemispheres are the combined effect of the prenoon-postnoon variations of the magnetosheath density and the variation of the local ionospheric conductivity in the two ground-based observatories.

The synoptic distributions of nightside aurora in the Northern Hemisphere, acquired from all-sky imagers at China-Iceland joint Aurora Observatory (CIAO) in Iceland, present that there are different characteristics on 427.8, 557.7, and 630.0 nm: 1) There is a two-peak structure on 427.8 and 557.7 nm, namely the pre-midnight 20:00- 21:00 MLT and post-midnight 04:00 peaks. For 427.8-nm auroral emission, the intensity of two peaks are same. For 557.7-nm emission, the maximal intensity is at peak 21:00 MLT. 2) There is only on peak on 630.0 nm, namely the pre-midnight 20:00-21:00 MLT. The dawn-dusk asymmetry in the nightside auroral oval should be related with the asymmetries of field-aligned currents and plasma waves in magnetosphere.

Keywords: dawn-dusk asymmetry, dayside & nightside auroral oval, particle precipitation, auroral morphology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | A04 東京ベイ幕張ホール

[P-EM11] Dynamics of Magnetosphere and Ionosphere

コンビーナ:中溝 葵(情報通信研究機構　電磁波研究所)、尾崎 光紀(金沢大学理工研究域電子情報学系)、藤本 晶子(九州工業大学)、堀 智昭(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、座長:北村 成寿(東京大学大学院理学系研究科)、佐藤 由佳(日本工業大学)、西野 真木(名古屋大学宇宙地球環境研究所)

This session provides an opportunity to present recent results from satellite and ground-based observations and theoretical and simulation studies on the magnetosphere, ionosphere, and their coupling processes. We invite talks and posters discussing various phenomena related to the magnetosphere-ionosphere system: solar wind-magnetosphere interaction, magnetosphere-ionosphere convection, field-aligned current, magnetic storms/substorms, neutral-plasma interaction, ionospheric ion inflow and outflow, aurora phenomena, and so forth. Discussions on planetary and satellite ionosphere and magnetospheres, future missions and instrument developments are also welcome.

15:30 ~ 15:45

[PEM11-25] 静止軌道磁場の変化に伴う10MeVプロトンの異常増加

*小原 隆博[1] (1.東北大学　惑星プラズマ大気研究センター)

15:45 ~ 16:00

[PEM11-26] Solar-cycle variations of >30 keV proton flux enhancements under the inner radiation belt

*ALLA SUVOROVA[1] (1.National Central University)

16:00 ~ 16:15

[PEM11-27] Auroral Imaging with Commercial DSLR Cameras near Athabasca, Canada

*Martin G Connors[1,2]、Ian Schofield[1]、Mike Noble[2]、Alister Ling[2]、Ryuho Kataoka[3]、Ken Murata[4]、Kazunori Yamamoto[4] (1.Athabasca University、2.Edmonton Centre, Royal Astronomical Society of Canada、3.National Institute for Polar Research、4.National Institute for Communications Technology)

16:15 ~ 16:30

[PEM11-28] PARM: Investigation of precipitating high-energy electrons into the auroral ionosphere with sounding rockets

*浅村 和史[1]、三好 由純[2]、細川 敬祐[3]、三谷 烈史[1]、滑川 拓[1,5]、坂野井 健[4]、八木 直志[4]、吹澤 瑞貴[4]、石澤 元気[4]、笠原 慧[5]、菅生 真[5]、川島 桜也[5]、野村 麗子[6]、能勢 正仁[2]、寺本 万里子[2]、小川 泰信[7]、齊藤 慎司[2]、藤井 良一[8] (1.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、2.名古屋大学宇宙地球環境研究所、3.電気通信大学、4.東北大学、5.東京大学、6.自然科学研究機構国立天文台、7.情報・システム研究機構国立極地研究所、8.情報・システム研究機構)

16:30 ~ 16:45

[PEM11-30] Development of a miniaturized X-ray imager for GEOspace X-ray imager (GEO-X)

*石川 久美[1]、江副 祐一郎[2]、沼澤 正樹[2]、伊師 大貴[2]、藤谷 麻衣子[2]、大坪 亮太[2]、福島 碧都[2]、鈴木 光[2]、湯浅 辰哉[2]、中嶋 大[3]、平賀 純子[4]、三好 由純[5]、笠原 慧[6]、満田 和久[1] (1.宇宙航空研究開発機構/宇宙科学研究所、2.首都大学東京、3.関東学院大学、4.関西学院大学、5.名古屋大学、6.東京大学)

16:45 ~ 17:00

Discussion

静止軌道磁場の変化に伴う10MeVプロトンの異常増加
Enhancement of 10MeV protons associated with a change of magnetic field configuration at geosynchronous orbit

*小原 隆博[1]
*Takahiro Obara[1]

1. 東北大学　惑星プラズマ大気研究センター
1. Planetary Plasma and Atmospheric Research Center,Tohoku University

静止軌道での磁場の引き伸ばし（thinning）に伴い、10MeVプロトンのフラックスが急激に増加した例が見つかった。磁気圏外・太陽風中では、対応する10MeVプロトンの増大が見られなかった事から、10MeVプロトンの増加は, 磁気圏が関与した事になる。10MeVプロトンを観測したGOES13/15衛星の地方時は20時で、プロトンの増加は、磁場引き伸ばし(thinning)の開始から始まった。同じくGOES衛星で計測している2MeV電子のフラックスは、磁場引き伸ばし(thinning)の開始で減少し、その後の双極子化(dipolarization) で増加したが、10MeVプロトンは、双極子化(dipolarization)では減少せずにフラックスを維持した。GOES13/15衛星位置での10MeVプロトン増加に先立つこと3時間前、太陽風衝撃波が地球磁気圏に到達した。この時、GOES衛星は6.5MeVのプロトンの増加を観測した。6.5 MeV プロトンは、磁気圏境界面で、太陽風衝撃波によって生成されたと考えられる(Shimazu and Tanaka, 2005)。10MeVプロトンも衝撃波の到来によって生成され、磁気圏内に侵入したと考えられるが、エネルギーが大きい事から,静止軌道位置には達せずに周辺に存在していた。そして、磁場の引き伸ばし(thinning）が起きたことによって、10MeVプロトンが静止軌道位置まで到達したと思われる。本イベントは、衝撃波によって生成された1~10MeVのエネルギーを持ったプロトンが、磁気圏の形状の変化によって、静止軌道位置で観測されるタイミングに時間差を生じた点で興味深いので、更に、同様の例を集めている。

キーワード：静止軌道、10MeVプロトン増加、磁場の変化
Keywords: Geosynchronous orbit, Enhancement of 10MeV protons , Magnetic field change

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Solar-cycle variations of >30 keV proton flux enhancements under the inner radiation belt

*ALLA SUVOROVA[1]

1. National Central University

Upper atmosphere is continually affected by intense fluxes of energetic electrons and protons penetrating from the magnetosphere to low altitudes. The energetic particles ionize and excite neutral species altering local characteristics of the ionosphere. Continuous monitoring of energetic particles at low heights of ~850 km with the MEPED instrument onboard the NOAA/POES satellites allows studying of particle flux variations with geomagnetic activity and solar cycle. The instrument measures precipitating/trapped electrons and protons in the wide energy range. In the previous study, we revealed enhancements of electrons with energies 30 - 300 keV at low latitudes in a so-called forbidden zone. It was established that the electrons were injected from the inner radiation belt probably due to a mechanism of fast radial transport in the crossed electric and magnetic fields. In the current work, we study fluxes of >30 keV protons in the forbidden zone. We distinguish two types of proton enhancements, which have different spatial-temporal characteristics. One type of proton enhancements occurs due to the charge-exchange mechanism of the ring current and is always observed during magnetic storms. Another type is due to injections from the inner radiation belt. The last enhancements are similar to the electron enhancements. Results of long-term analysis of proton injections will be presented.

Keywords: magnetosphere-ionosphere, energetic protons, low latitudes, solar cycle

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Auroral Imaging with Commercial DSLR Cameras near Athabasca, Canada

*Martin G Connors[1,2], Ian Schofield[1], Mike Noble[2], Alister Ling[2], Ryuho Kataoka[3], Ken Murata[4], Kazunori Yamamoto[4]

1. Athabasca University, 2. Edmonton Centre, Royal Astronomical Society of Canada, 3. National Institute for Polar Research, 4. National Institute for Communications Technology

Commercial DSLR Cameras have permitted a revolution in auroral imaging, due to their digital nature, low cost, high sensitivity, and other advantages. Athabasca University Geophysical Observatory is in the subauroral zone, but due to the high altitude of auroras, usually has optical auroral activity visible on its northern horizon. We have operated mostly northward-pointing DSLR cameras, either with a field of view of about 50 degrees, or nearly allsky coverage. Since the “allsky” cameras we have used in fact do not cover the whole sky, we have tilted them northward to cover that horizon preferentially. We have livestreamed images to http://autumn.athabascau.ca/auroracamhd.htm. Ironically, the northward orientation of cameras at the observatory has precluded us capturing images of the newly-recognized STEVE phenomenon, which is normally located south of our location. However, STEVE events found on auroral imaging campaigns in the Edmonton area can often be identified on EMCCD images from our Keo Scientific intensified allsky camera. Then we can combine the images, showing for example, that STEVE is roughly 200 km above the surface. The auroral imaging campaigns have used three fullframe DSLRs to produce partial sky images that are then stitched together using software to produce approximately 10k-pixel color auroral movies, suited for use with modem planetarium projector systems as impressive high resolution sky shows. Most recently we have used a Sony Alpha 7000 camera, taking advantage of the fiber optic internet link to the Athabasca site, to make livecasting of auroras to Japan possible. Since reliability of cameras with moving parts has been a problem, we hope that the direct imaging Sony Alpha camera will be more reliable than the “reflex” cameras previously used. To get around the problem of moving parts wearing out under the very high frame rate, we also tested inexpensive CMOS-type sensors controlled by single-board computers, and sending a digital image stream, but so far with different, but still present, reliability problems. Another issue faced is that in continuous operation, a large amount of data is produced due to the high pixel count of the cameras. We will discuss technical issues and challenges, but also show some results of DSLR operation over the years, including auroral movies and high resolution still frames.

Keywords: aurora, imaging, STEVE

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学) | P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

[P-EM11] Dynamics of Magnetosphere and Ionosphere

コンビーナ:中溝 葵(情報通信研究機構　電磁波研究所)、尾崎 光紀(金沢大学理工研究域電子情報学系)、藤本 晶子(九州工業大学)、堀 智昭(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、座長:北村 成寿(東京大学大学院理学系研究科)、佐藤 由佳(日本工業大学)、西野 真木(名古屋大学宇宙地球環境研究所)

2019年5月30日(木) 15:30 〜 17:00 A04 (東京ベイ幕張ホール)

This session provides an opportunity to present recent results from satellite and ground-based observations and theoretical and simulation studies on the magnetosphere, ionosphere, and their coupling processes. We invite talks and posters discussing various phenomena related to the magnetosphere-ionosphere system: solar wind-magnetosphere interaction, magnetosphere-ionosphere convection, field-aligned current, magnetic storms/substorms, neutral-plasma interaction, ionospheric ion inflow and outflow, aurora phenomena, and so forth. Discussions on planetary and satellite ionosphere and magnetospheres, future missions and instrument developments are also welcome.

16:15 〜 16:30

[PEM11-28]PARM: Investigation of precipitating high-energy electrons into the auroral ionosphere with sounding rockets

*浅村 和史[1]、三好 由純[2]、細川 敬祐[3]、三谷 烈史[1]、滑川 拓[1,5]、坂野井 健[4]、八木 直志[4]、吹澤 瑞貴[4]、石澤 元気[4]、笠原 慧[5]、菅生 真[5]、川島 桜也[5]、野村 麗子[6]、能勢 正仁[2]、寺本 万里子[2]、小川 泰信[7]、齊藤 慎司[2]、藤井 良一[8]

(1.宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所、2.名古屋大学宇宙地球環境研究所、3.電気通信大学、4.東北大学、5.東京大学、6.自然科学研究機構国立天文台、7.情報・システム研究機構国立極地研究所、8.情報・システム研究機構)

キーワード：高エネルギー電子降り込み、観測ロケット、脈動オーロラ

Bursty precipitations of high-energy electrons into the polar ionopshere have been observed by low-altitude satellite, for example, SAMPEX and FIREBIRD II. These precipitations, called microburst, may contribute to the loss of the terrestrial radiation belt through the collisional energy loss with the dense, cold atmospheric particles. Recent numerical simulations successfully reproduce these microburst precipitations with a few Hz modulations by taking into account the pitch angle scattering with the whistler chorus elements at off-equator regions in the inner magnetosphere. Therefore, one can expect that the miscroburst precipitations have properties depending on auroral activities especially the pulsating auroras. In order to investigate the mechanisms of the microburst precipitations by in-situ observations, we are developing two instrument packages: PARM (Pulsating AuRora and Microbursts; already developed) and PARM-2 (being developed), both of which are designed suitable for sounding rocket experiments. PARM consists of four sensors; HEP (high-energy electron energy spectrometer), MED (medium-energy electron detector), AIC (auroral camera), and AFG (ASIC-based fluxgate magnetometer). PARM was onboard the NASA's RockSat-XN sounding rocket, and launched from Andoya, Norway at 09:13UT, Jan 13, 2019. On the other hand, PARM-2 is under development. It consists of HEP, two AICs, and MIM (magneto-impedance magnetometer). PARM-2 is to be onboard the NASA's LAMP sounding rocket which will fly from Poker Flat, Alaska in the period between the end of 2019 and the beginning of 2020.

We will present the overview of PARM missions including the initial results of RockSat-XN/PARM with ground-based observations and preparation status of LAMP/PARM-2.

©日本地球惑星科学連合

Development of a miniaturized X-ray imager for GEOspace X-ray imager (GEO-X)

*石川 久美[1]、江副 祐一郎[2]、沼澤 正樹[2]、伊師 大貴[2]、藤谷 麻衣子[2]、大坪 亮太[2]、福島 碧都[2]、鈴木 光[2]、湯浅 辰哉[2]、中嶋 大[3]、平賀 純子[4]、三好 由純[5]、笠原 慧[6]、満田 和久[1]
*Kumi Ishikawa[1], Yuichiro Ezoe[2], Masaki Numazawa[2], Daiki Ishi[2], Maiko Fujitani[2], Ryota Otsubo[2], Aoto Fukushima[2], Hikari Suzuki[2], Tatsuya Yuasa[2], Hiroshi Nakajima[3], Junko Hiraga[4], Yoshizumi Miyoshi[5], Satoshi Kasahara[6], Kazuhisa Mitsuda[1]

1. 宇宙航空研究開発機構/宇宙科学研究所、2. 首都大学東京、3. 関東学院大学、4. 関西学院大学、5. 名古屋大学、6. 東京大学
1. Japan Aerospace Exploration Agency/Institute of Space and Astronautical Science , 2. Tokyo Metropolitan University, 3. Kanto Gakuin University, 4. Kwansei Gakuin University, 5. Nagoya University, 6. The university of Tokyo

A reduction in weight of instrument, especially optics, is a key technique for explorers or small satellite missions. GEO-X (GEOspace X-ray imager) is a Japanese small satellite mission for X-ray observations of the dayside boundaries of the Earth’ s magnetosphere. An instrument is composed of a X-ray telescope
and a radio hard semiconductor pixel detector. Conventional X-ray optics have a trend that optics with better angular resolution have larger ratio of the weight to effective area. Therefore, it is difficult to utilize them for the X-ray planetary mission which has a severe weight limit. Micro pore optics are being developed based on a concept of a miniature optics. An original micro pore optics based on Si micromachining technologies will be used. A CMOS image sensor and a DEPFET (DEPleted P-Channle FET) are candidates for the X-ray detector. These new type semiconductor detectors are radiation hard and have optical light resistance, which are crucial in GEO-X to observe magnetosheaths and cusps near the dayside of the Earth. We report a summary of the instrument design and development for GEO-X.

キーワード：X線、磁気圏
Keywords: X-ray, magnetosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

2019年5月30日(木) 9:00 ~ 10:30 | A01 東京ベイ幕張ホール

[P-EM15] 太陽地球系結合過程の研究基盤形成

コンビーナ:山本 衛(京都大学生存圏研究所)、小川 泰信(国立極地研究所)、野澤 悟徳(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、吉川 顕正(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、座長:山本 衛

地球には太陽から膨大なエネルギーと物質の流入がある。地球の環境はそれらの入出力のバランスの上に成り立っており、地球大気におけるエネルギーと物質の循環の理解が重要である。本セッションは、日本学術会議マスタープラン2011/2014/2017で継続的に重点大型研究計画とされ、2020年度に向けても提案準備中である研究プロジェクト「太陽地球系結合過程の研究基盤形成」に関する議論を目的として、国際セッションとして提案する。研究プロジェクトに関連する設備とネットワークとしては、赤道大気の全域を観測する赤道MUレーダーと極域の磁気圏ー電離圏結合過程の詳細な観測を主とするEISCAT_3Dレーダー、赤道から極域までをグローバルにつなぐ地上観測網と観測データ網が含まれている。本セッションでは、研究プロジェクトの内容と進捗状況を報告すると共に、国内外の関連研究者から幅広い話題を集約することで、研究の動向と方向性について議論を深める。大型大気レーダー、非干渉散乱レーダー、観測ネットワーク、衛星観測、モデル研究等を用いた多様な研究やプロジェクトとの連携が重要であり、多くの論文の参加を求める。

9:00 ~ 9:15

[PEM15-01] Status of Equatorial MU Radar project in 2019

*山本 衛[1]、橋口 浩之[1]、横山 竜宏[1]、津田 敏隆[1] (1.京都大学生存圏研究所)

9:15 ~ 9:30

[PEM15-02] Recent Progress and Current Status of EISCAT_3D in 2018-2019

*宮岡 宏[1]、小川 泰信[1]、野澤 悟徳[2]、西村 耕司[1]、大山 伸一郎[2]、中村 卓司[1]、藤井 良一[2]、Heinselman Craig[3] (1.大学共同利用機関情報・システム研究機構国立極地研究所、2.名古屋大学宇宙地球環境研究所、3.EISCAT科学協会)

9:30 ~ 9:45

[PEM15-03] 超高層大気イメージングシステムとPWINGプロジェクトによる超高層大気・電磁気圏の地上多点観測網の現状

*塩川 和夫[1]、大塚 雄一[1]、PWING TEAM (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

9:45 ~ 10:00

[PEM15-04] Development of MAGDAS project: Search for global electromagnetic coupling from polar to equatorial ionosphere

*吉川 顕正[1]、樺澤 大生[2]、魚住 禎司[3]、藤本 晶子[4]、阿部 修司[3] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、3.九州大学国際宇宙天気科学・教育センター、4.九州工業大学大学院情報工学研究院)

10:00 ~ 10:15

[PEM15-05] 太陽地球系結合研究推進のためのIUGONETデータ解析システム

*新堀 淳樹[1]、田中 良昌[2]、梅村 宜生[1]、阿部 修司[3]、能勢 正仁[1]、上野 悟[4] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.国立極地研究所、3.九州大学 国際宇宙天気科学・教育センター、4.京都大学天文台)

10:15 ~ 10:30

[PEM15-06] 大型研究計画「太陽地球系結合過程の研究基盤形成」推進の議論（１）

*山本 衛[1] (1.京都大学生存圏研究所)

Status of Equatorial MU Radar project in 2019

*山本 衛[1]、橋口 浩之[1]、横山 竜宏[1]、津田 敏隆[1]
*Mamoru Yamamoto[1], Hiroyuki Hashiguchi[1], Tatsuhiro Yokoyama[1], Toshitaka Tsuda[1]

1. 京都大学生存圏研究所
1. Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University

Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University (RISH) has been studying the atmosphere and ionosphere by using radars. The first big facility was the MU (Middle and Upper atmosphere) radar installed in Shiga, Japan in 1984. This is one of the most powerful and multi-functional radar, and is successful of revealing importance of atmospheric waves for the dynamical vertical coupling processes. The next big radar was the Equatorial Atmosphere Radar (EAR) installed at Kototabang, West Sumatra, Indonesia in 2001. The EAR was operated under close collaboration with LAPAN (Indonesia National Institute for Aeronautics and Space), and conducted the long-term continuous observations of the equatorial atmosphere/ionosphere. The EAR, however, had a limited sensitivity to the MU radar as the total output power is just 1/10 to the MU radar. Our new project is to establish "Equatorial MU (EMU) Radar" just next to the EAR site in Indonesia. The EMU will have an active phased array antenna with the 163 m diameter and 1055 cross-element Yagis. Total output power of the EMU will be more than 500 kW. The EMU is the "MU radar class" facility, and can detect turbulent echoes from the mesosphere (60-80 km). In the ionosphere incoherent-scatter observations of plasma density, drift, and temperature would be possible. Multi-channel receivers will realizes radar-imaging observations. Preparation for the EMU progress in many aspect including site survey for the construction, discussion with local government, etc. In March 2019, RISH and LAPAN have 1st Internal School on Equatorial Atmosphere (ISQUAR) 2019 with more than 100 participants at Bandung, Indonesia. ISQUAR aims to promote interesting studies of the equatorial atmosphere and use of the atmospheric radar including the EMU. The EMU is one of the key element in the project "Study of coupling processes in the solar-terrestrial system" that is one of the important project in the Master Plan 2014 and 2017 of the Science Council of Japan (SCJ). We continue proposing the project to the SCJ Masterplan 2020.

キーワード：大気レーダー、赤道大気、 低緯度電離圏
Keywords: Atmospheric radar, Equatorial atmosphere, Low-latitude ionosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Recent Progress and Current Status of EISCAT_3D in 2018-2019

*宮岡 宏[1]、小川 泰信[1]、野澤 悟徳[2]、西村 耕司[1]、大山 伸一郎[2]、中村 卓司[1]、藤井 良一[2]、Heinselman Craig[3]
*Hiroshi Miyaoka[1], Yasunobu Ogawa[1], Satonori Nozawa[2], Koji Nishimura[1], Shin-ichiro Oyama[2], Takuji Nakamura[1], Ryoichi Fujii[2], Craig James Heinselman[3]

1. 大学共同利用機関情報・システム研究機構国立極地研究所、2. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、3. EISCAT科学協会
1. National Institute of Polar Research, 2. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 3. European Incoherent Scatter Scientific Association

The European Incoherent Scatter(EISCAT) Scientific Association with associate members from Sweden, Norway, Finland, UK, China and Japan, has officially started the construction of the 1st stage of EISCAT_3D from September 2017 toward its completion by the end of 2021, including the commissioning of the radar system. EISCAT 3D is the major upgrade of the existing EISCAT mainland radars, with a multi-static phased array system composed of one central active (transmit-receive) site and 4 receive-only sites to provide us 50-100 times higher temporal resolution than the present system. The construction of EISCAT 3D is planned to implement by 4-staged approach, starting from the core site with half transmitting power about 5MW at Skibotn (Norway) and 2 receiving sites at Kaiseniemi (Sweden) and Karesuvanto (Finland) at the 1st stage. As for site preparation, geotechnical surveys have been completed at three sites, and ground cleaning with trenching for power lines and optical fiber cables have almost finished at the core site, Skibotn. All site buildings are scheduled to be built in 2019 to start installation of the radar system from 2020.

Through the international tendering process led by the EISCAT headquarter, antenna units with housing containers, first stage receiver units, sub-array transmitter units and pulse and steering control units have been completed and contracted providers have just started their preparation for productions to meet the EISCAT_3D implementation plan for sub-systems in 2020.

National Institute of Polar Research has been pursuing the opportunity to contribute in-kind to the construction of EISCAT_3D by supplying radar transmitter units in cooperation with the EISCAT Headquarters and ISEE/Nagoya University. The EISCAT_3D program in Japan was successfully granted as as one of high-priority programs of the Master Plan 2014/2017 and the Roadmap 2014 program, as a core facility of ’Study of Coupling Processes in the Solar-Terrestrial System’ (PI: Prof. Toshitaka Tsuda, ROIS/Kyoto Univ.). Supported by these positive evaluations, high energy-efficient transmitter power amplifiers (SSPAs) has been developed and produced for the engineering verification test at the EISCAT Tromso site with partial fundings for development since 2016.
In this paper, we will overview the recent progress and current status of the project including our strategy for the transmitter units as our national contribution to the EISCAT_3D project.

キーワード：非干渉散乱レーダー、宇宙天気、北極、マスタープラン
Keywords: incoherent scatter radar, space weather, arctic, master plan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

超高層大気イメージングシステムとPWINGプロジェクトによる超高層大気・電磁気圏の地上多点観測網の現状

Current status of the ground-based multi-point network observation of the upper atmosphere, ionosphere, and magnetosphere by the PWING Project and the Optical Mesosphere Thermosphere Imagers (OMTIs)

*塩川 和夫[1]、大塚 雄一[1]、PWING TEAM
*Kazuo Shiokawa[1], Yuichi Otsuka[1], PWING Team

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

The Optical Mesosphere Thermosphere Imagers (OMTIs) consist of ~20 all-sky cooled-CCD imagers, 5 Fabry-Perot interferometers, 3 airglow temperature photometers, and 3 meridian-scanning photometers. They measure two-dimensional airglow images in the mesopause region and in the thermosphere, wind and temperatures in the lower thermosphere, and airglow rotational temperatures in the mesopause region. Details of the OMTIs project can be seen at http://stdb2.isee.nagoya-u.ac.jp/omti/. The PWING stands for "study of dynamical variation of Particles and Waves in the INner magnetosphere using Ground-based network observations." The PWING project started on April 2016 as a 5-year project of the Grant-in-Aid for Specially Promoted Research of the Japan Society for the Promotion of Science (JSPS) (16H06286). The PWING project deploy OMTIs all-sky cooled-CCD airglow imagers, 64-Hz sampled induction magnetometers, 40-kHz VLF receivers, and 64-Hz riometers at 8 stations at magnetic latitudes of ~60 degree around the north-pole to cover longitudinal variation of aurora and electromagnetic disturbances in the inner magnetosphere. Details of the PWING project can be seen at http://www.isee.nagoya-u.ac.jp/dimr/PWING/PWING_web_e.htm. These PWING and OMTIs instruments are in automatic operation at various locations from high to equatorial latitudes in Canada, US (Alaska), Russia, Norway, Finland, Iceland, Japan, Thailand, Indonesia, Nigeria, and Australia. In the presentation, we introduce current status and some recent results obtained by these multi-instrument ground networks around the world.

PWING Team: http://www.isee.nagoya-u.ac.jp/dimr/PWING/en/

キーワード：超高層大気イメージングシステム、PWINGプロジェクト、超高層大気、電磁気圏
Keywords: Optical Mesosphere Thermosphere Imagers (OMTIs) , PWING Project, upper atmosphere , ionosphere and magnetosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Development of MAGDAS project: Search for global electromagnetic coupling from polar to equatorial ionosphere

*吉川 顕正[1]、樺澤 大生[2]、魚住 禎司[3]、藤本 晶子[4]、阿部 修司[3]
*Akimasa Yoshikawa[1], Taisei Kabasawa[2], Teiji Uozumi[3], Akiko Fujimoto[4], Shuji Abe[3]

1. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、3. 九州大学国際宇宙天気科学・教育センター、4. 九州工業大学大学院情報工学研究院
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, 2. Graduate school of Sciences, Kyushu Univerity, 3. International center for Space weather science and education, Kyushu University, 4. Kyushu Institute of Technology

The equatorial ionosphere is a final destination of electromagnetic energy brought about by energy incidence to the polar ionosphere. Distribution of geomagnetic disturbance accompanying such a coupling phenomenon shows strong asymmetry. Such an aspect suggests that the magnetosphere-ionosphere form a unique transmission and / or propagation system depending on each event.
The MAGDAS project investigates such a global electromagnetic coupling system by combining global geomagnetic field network observation with electric field observation using ionosonde installed at low and dip-equator region.
Recently, by using 250Hz sampling and 10Hz averaged MAGDAS 9 magnetometer data, we found that when the auroral substorm were enhanced during geomagnetic storm, together with enhancement of Pc1 wave at the polar region, the global Pc2 type disturbances (period range from 5 to 20 sec) can be captured from polar to equatorial region. In this talk, we will present recent update of MAGDAS project and of which scientific results.

キーワード：全球電磁結合、Pc2脈動、磁気圏電離圏結合
Keywords: global electromagnetic coupling, Pc2 pulsation, Magnetosphere-ionosphere Coupling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

太陽地球系結合研究推進のためのIUGONETデータ解析システム
IUGONET data analysis system for a study of coupling processes in the solar-terrestrial system

*新堀 淳樹[1]、田中 良昌[2]、梅村 宜生[1]、阿部 修司[3]、能勢 正仁[1]、上野 悟[4]
*Atsuki Shinbori[1], Yoshimasa Tanaka[2], Norio Umemura[1], Shuji Abe[3], Masahito Nose[1], Satoru UeNo[4]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 国立極地研究所、3. 九州大学 国際宇宙天気科学・教育センター、4. 京都大学天文台
1. Institute for Space-Earth Environment Research (ISEE), Nagoya University, 2. National institute of Polar Research, 3. International Center for Space Weather Science and Education Kyushu University, 4. Observatory, Kyoto University

The earth’ s atmosphere in a height range of more than 80 km is called the upper atmosphere, and the atmospheric layer is influenced by both the solar activity and the atmospheric waves propagating from the lower atmosphere. Therefore, in order to understand the physical mechanism of the short-term and long-term variations in the upper atmosphere, we need to perform an integrated analysis of various kinds of ground-based and satellite observation data taken by different instruments. Since these observation data were separately being managed by each institute, it was difficult for users to effectively find and analyze them for promotion of an interdisciplinary study. In order to solve this problem, the Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETwork (IUGONET) project has been initiated in 2009, consisting of five institutes (Tohoku University, National Institute of Polar Research, Nagoya University, Kyoto University, and Kyushu University). In this project, we have added data information (metadata) for various kinds of ground-based observation data in the solar-terrestrial physics and built a practical database (IUGONET Type-A) to share them on the Internet. We have also developed an integrated data analysis tool (IUGONET Data Analysis Software: UDAS) written in an Interactive Data Language (IDL). This analysis tool is a plugin software for Space Physics Environment Data Analysis Software (SPEDAS) to analyze and visualize various kinds of ground-based and satellite observation data. In the IUGONET Type-A, users can easily learn characteristics of observation data through the quick look images/plots and how to use several basic commands to visualize the data. Recently, we developed a UDAS EGG (UDAS Easy Guide to Generate your load routines) to provide users with the templates for IDL procedures that can load their own data in CSV and CDF format into SPEDAS/IDL. In order to enhance an international use of these IUGONET products and to promote an interdisciplinary study of coupling processes on the sun-earth system, we have held tutorial seminars and workshops several times in Japan and foreign countries (India, Indonesia, Nigeria, Malaysia etc.). As a result, many scientific papers [e.g., Dao et al., 2017; Batubara et al., 2018; Koushik et al., 2018] and Master/Doctor theses become published by preparing an analysis environment, and the IUGONET products effectively works as an international platform. This fact suggests that the IUGONET project is in the position enough to serve the subjects of a large research project: Study of coupling processes in the solar-terrestrial system (Master Plan 2014/2017, Load Map 2014) through a collaboration with other ground-based and satellite observation plans and international programs as already planned by Master Plan 2014/2017. Judging from the above situations, the IUGONET project has a potential possibility to extend human development and strong international cooperation to a whole equatorial region (South America, Africa) in addition to India and Indonesia in future. Therefore, it can be concluded that the IUGONET activity effectively promotes the equatorial and polar atmospheric observations, international collaboration and data science (data assimilation), which are three main subjects of Master Plan (2014/2017).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Reference:

Batubara. M, et al., Long-term distribution of meteors in a solar cycle period observed by VHF meteor radars at near-equatorial latitudes, J. Geophysical Res., doi:10.1029/2018JA025906, 2018.

Koushik, N., et al., Response of equatorial and low latitude mesosphere lower thermospheric dynamics to the northern hemispheric sudden stratospheric warming events, JAtmos.Solar-Terr. Phys., 169, 66-77, doi:10.1016/j.jastp.2018.01.021, 2018.
Dao, T., et al., Coordinated observations of postmidnight irregularities and thermospheric neutral winds and temperatures at low latitudes, J. Geophys. Res. Space Physics, 122, 7, 7504-7518, doi:10.1002/2017JA024048, 2017.

キーワード：IUGONET、太陽地球系結合研究、国際協力、データベース、解析ツール(SPEDAS/UDAS)、赤道大気
Keywords: IUGONET, Study of coupling process in the solar-terrestrial system, International collaboration, Database, Analysis tool (SPEDAS/UDAS), Equatorial atmosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大型研究計画「太陽地球系結合過程の研究基盤形成」推進の議論（１）
Discussion on large-scale research project "Study of coupling processes in solar-terrestrial system" (1)

*山本 衛[1]
*Mamoru Yamamoto[1]

1. 京都大学生存圏研究所
1. Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University

大型研究計画「太陽地球系結合過程の研究基盤形成」は、マスタープラン2014と2017において重点大型研究計画に認められた。現在、マスタープラン2020への継続提案のための準備を進めている。本国際セッションにおいて、研究計画の推進に関する議論を実施するため、議論のための時間を申請する。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | A01 東京ベイ幕張ホール

[P-EM15] 太陽地球系結合過程の研究基盤形成

コンビーナ:山本 衛(京都大学生存圏研究所)、小川 泰信(国立極地研究所)、野澤 悟徳(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、吉川 顕正(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、座長:野澤 悟徳

地球には太陽から膨大なエネルギーと物質の流入がある。地球の環境はそれらの入出力のバランスの上に成り立っており、地球大気におけるエネルギーと物質の循環の理解が重要である。本セッションは、日本学術会議マスタープラン2011/2014/2017で継続的に重点大型研究計画とされ、2020年度に向けても提案準備中である研究プロジェクト「太陽地球系結合過程の研究基盤形成」に関する議論を目的として、国際セッションとして提案する。研究プロジェクトに関連する設備とネットワークとしては、赤道大気の全域を観測する赤道MUレーダーと極域の磁気圏－電離圏結合過程の詳細な観測を主とするEISCAT_3Dレーダー、赤道から極域までをグローバルにつなぐ地上観測網と観測データ網が含まれている。本セッションでは、研究プロジェクトの内容と進捗状況を報告すると共に、国内外の関連研究者から幅広い話題を集約することで、研究の動向と方向性について議論を深める。大型大気レーダー、非干渉散乱レーダー、観測ネットワーク、衛星観測、モデル研究等を用いた多様な研究やプロジェクトとの連携が重要であり、多くの論文の参加を求める。

10:45 ~ 11:15

[PEM15-07] Numerical Experiments on Stratosphere-Troposphere Two-Way Dynamical Coupling in the Tropics through Organizations of Moist Convective Systems

★Invited Papers

*余田 成男[1]、Hai Bui[2]、畔野 貴弘[1] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻、2.Geophysical Institute, University of Bergen)

11:15 ~ 11:30

[PEM15-08] 赤道プラズマバブル数値シミュレーションの発展と今後

*横山 竜宏[1] (1.京都大学)

11:30 ~ 11:45

[PEM15-09] Characteristics of CME- and CIR-driven ion upflows in the polar ionosphere

*小川 泰信[1]、関 華奈子[2]、桂華 邦裕[2]、海老原 祐輔[3] (1.国立極地研究所、2.東京大学理学研究科、3.京都大学生存圏研究所)

11:45 ~ 12:00

[PEM15-10] SuperDARN Hokkaido Pair of (HOP) radars and mid-latitude SuperDARN: today and future

*西谷 望[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

12:00 ~ 12:15

[PEM15-11] 南極昭和基地大型大気レーダー（39.6°E, 69.0°S）による適応的信号処理を用いた電離圏非干渉性散乱と沿磁力線不均一の同時観測

*橋本 大志[1]、齊藤 昭則[2]、西村 耕司[3]、堤 雅基[3]、佐藤 薫[4]、佐藤 亨[1] (1.京都大学大学院情報学研究科、2.京都大学大学院理学研究科、3.国立極地研究所、4.東京大学大学院理学研究科)

Numerical Experiments on Stratosphere-Troposphere Two-Way Dynamical Coupling in the Tropics through Organizations of Moist Convective Systems

*余田 成男[1]、Hai Bui[2]、畔野 貴弘[1]
*Shigeo Yoden[1], Hai Bui[2], Takahiro Banno[1]

1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻、2. Geophysical Institute, University of Bergen
1. Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, 2. Geophysical Institute, University of Bergen

Recently, we started a new international research activity on Stratospheric And Tropospheric Influences on Tropical Convective Systems (SATIO-TCS) under WCRP/SPARC. It focuses on stratosphere-troposphere (S-T) two-way dynamical coupling in the tropics, where moist convection and its large-scale organization in the troposphere could be influenced by the stratospheric variations, such as stratospheric sudden warming events, the equatorial quasi-biennial oscillation (QBO), or anthropogenic cooling trend in the lower stratosphere, as revealed by some observational studies. For example, Nishimoto and Yoden (2017) made a statistical analysis on the influence of QBO on the Madden-Julian oscillation (MJO) during boreal winter in neutral ENSO periods from 1979 to 2013, and showed that the composite OLR anomaly for a particular MJO phase over the Maritime Continent has a larger negative value and slower eastward propagation with a prolonged period of active convection in the easterly phase of QBO than in the westerly phase.

The tropical dynamics is largely different from the counterpart in the extratropics where dry quasi-geostrophic dynamics prevail. Multi-scale dynamics of moist convection and its organizations are likely to play a vital role in determining the tropospheric response to the stratospheric variations, but numerical model studies from such viewpoint are still limited. Thus, we had performed a series of numerical experiments on radiative-moist convective quasi-equilibrium states in a highly-idealized two-dimensional regional model of an S-T coupled system with explicit moist convection under a periodic lateral boundary condition without Coriolis effects, in which self-sustained oscillations dynamically analogous to the QBO were obtained (Yoden et al. 2014). Modulation of moist convective systems is associated with the QBO-like oscillation of the mean zonal wind, as alternative appearance of squall-line- or back-building-type precipitation patterns, and vertical momentum transports associated with slant-wise moist convection and convectively generated gravity waves are periodically modulated in the oscillation (Nishimoto et al. 2016). Downward influence of the QBO-like oscillation on organized moist convective systems was further investigated in a series of experiments that control the vertical shear of the mean zonal wind with a nudging term (Bui et al. 2017).

Recently, we have performed numerical experiments in a three-dimensional minimal model framework that produces a QBO-like oscillation in a radiative-moist convective quasi-equilibrium state. The computational domain is rectangular (640 km x 160 km, 5 km grid size; Bui et al., 2019), or square (100 km x 100 km, 1 km grid size), without Coriolis effects under doubly periodic boundary conditions. In these experiments, an oscillation with a period of about 300 days emerges in the stratosphere, both in the domain-averaged zonal wind and meridional wind. Synchronization of the zonal and meridional winds is characterized as an anti-clockwise rotation of a skewed spiral feature with height in the horizontal wind hodograph. The QBO-like wind oscillation penetrates into the troposphere with large reduction of

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

oscillation amplitude, and influences tropospheric temperature anomalies and precipitation with an irregular period of about 100 days. Heavy precipitation is associated with positive temperature anomalies. The simulation reveals three types of precipitation patterns; fast-moving back-building- and squall-line-type patterns, and isolated quasi-stationary type clusters, which is newly identified in this three-dimensional model. The zonal-height cross sections of the meridionally averaged clouds and relative humidity for this pattern show clear-sky areas with low humidity without shallow clouds, whereas shallow clouds exist over the entire domain including non-precipitating areas with high humidity for the fast-moving two patterns. Intermittent self-organization of convective systems into quasi-stationary type and transition back to the fast-moving back-building- or squall-line-type patterns are fundamental characteristics of self-aggregation in the three-dimensional model.

References

Bui, H.-H., E. Nishimoto, and S. Yoden, 2017: *J. Atmos. Sci.*, 74, 3635–3655.

Bui H., S. Yoden, and E. Nishimoto, 2019: *SOLA*, **15**, 59–62.

Nishimoto, E., and S. Yoden, 2017: *J. Atmos. Sci.*, **74**, 1105–1125.

Nishimoto, E., S. Yoden, and H.-H. Bui, 2016: *J. Atmos. Sci.*, **73**, 2935–2957.

Yoden, S., H.-H. Bui, and E. Nishimoto, 2014: *SOLA*, **10**, 112–116.

キーワード：成層圏-対流圏力学結合、湿潤対流システム、熱帯気象学
Keywords: Stratosphere-Troposphere Dynamical Coupling, Moist Convective Systems, Tropical Meteorology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

赤道プラズマバブル数値シミュレーションの発展と今後
Future development of numerical simualtion of equatorial plasma bubbles

*横山 竜宏[1]
*Tatsuhiro Yokoyama[1]

1. 京都大学
1. Kyoto University

Equatorial plasma bubbles (EPBs) have been a longstanding and increasingly important subject because they cause severe scintillations in radio waves from Global Navigation Satellite System satellites. The phenomenon was found in the 1930s as irregular ionosonde observations and was termed equatorial spread F (ESF). ESF is interpreted as plasma density irregularities associated with EPBs that have nonlinearly evolved into the topside ionosphere. Since late 1970s, numerical simulations have been powerful tools to study the fully nonlinear evolution of EPBs, which cannot be wholly understood from theoretical predictions. The most recent model, High-Resolution Bubble (HIRB) model, could reproduce very turbulent structures inside EPBs such as bufurcation, zonal asymmetry, and two-component power law spectral characteristics. Future directions toward scintillation evaluation and forecasting are discussed.

キーワード：赤道プラズマバブル、シミュレーション、電離圏
Keywords: equatorial plasma bubble, simulation, ionosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Characteristics of CME- and CIR-driven ion upflows in the polar ionosphere

*小川 泰信[1]、関 華奈子[2]、桂華 邦裕[2]、海老原 祐輔[3]
*Yasunobu Ogawa[1], Kanako Seki[2], Kunihiro Keika[2], Yusuke Ebihara[3]

1. 国立極地研究所、2. 東京大学理学研究科、3. 京都大学生存圏研究所
1. National Institute of Polar Research, 2. School of Science, the University of Tokyo, 3. Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University

We investigated how velocity and flux of ionospheric ion upflows vary during magnetic storms driven by corotating interaction regions (CIRs) and coronal mass ejections (CMEs), using data from the European Incoherent Scatter (EISCAT) Tromsø UHF and Svalbard radars between 1996 and 2015. The characteristics of ion upflows were compared with ion and electron temperature variations measured with the EISCAT radars, and also joule heating rate, electric field, and field-aligned current (FAC) distribution derived from the Weimer model. Upward ion velocity increases in the nighttime at Tromsø (66.2 ° N geomagnetic latitude) just after the CIR- and CME-driven storms, corresponding to electron temperature enhancements due to soft particle precipitation and also ion temperature enhancements in the strong westward electric field region. The CME-driven storms have larger upward ion flux (~1.7×10^{13} $m^{-2}s^{-1}$) than those under the CIR-driven storms (~0.3×10^{13} $m^{-2}s^{-1}$). In the daytime, ion upflows are seen at Longyearbyen, Svalbard (75.2 ° N geomagnetic latitude), with an upward flux of typically 10^{13} $m^{-2}s^{-1}$ for small CIR and CME storm cases. Substantial ion upflows last for a few days after the storm onsets under small CIR storms, whereas they last for only a day under small CME storms. Under both the cases, the substantial ion upflows are associated with an enhancement of the Region 1 FAC, eastward electric field and Joule heating rate. For large CME storms, substantial ion upflows are absent in the daytime probably due to equatorward expansion of the auroral oval.

キーワード：極域電離圏、磁気圏電離圏結合、EISCAT
Keywords: polar ionosphere, M-I coupling, EISCAT

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

SuperDARN Hokkaido Pair of (HOP) radars and mid-latitude SuperDARN: today and future

*西谷 望[1]
*Nozomu Nishitani[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

The Super Dural Auroral Radar Network (SuperDARN) is a network of HF radars. At present there are total of 36 SuperDARN radars located in high- to mid-latitude regions of both northern (23) and southern (13) hemispheres. Mid-latitude SuperDARN radars started operation about 15 years ago and have been acquiring scientific data, which could be obtained using the pre-existing high-latitude radars. The SuperDARN Hokkaido Pair of (HOP) radars consisting of Hokkaido East / West radars are located equatorward of 40 degrees geomagnetic latitude (currently located at the lowest geomagnetic latitude) and have been storing important scientific data during quiet to very active periods. In this presentation accomplishments, present status and future directions of the SuperDARN HOP radars and mid-latitude SuperDARN be reviewed.

キーワード：中緯度SuperDARN
Keywords: mid-latitude SuperDARN

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南極昭和基地大型大気レーダー（39.6°E, 69.0°S）による適応的信号処理を用いた電離圏非干渉性散乱と沿磁力線不均一の同時観測
Simultaneous observation of Ionospheric Incoherent Scatter and Field Aligned Irregularities using adaptive signal processing techniques by the PANSY radar at Antarctic Syowa Station (39.6°E, 69.0°S)

*橋本 大志[1]、齊藤 昭則[2]、西村 耕司[3]、堤 雅基[3]、佐藤 薫[4]、佐藤 亨[1]
*Taishi Hashimoto[1], Akinori Saito[2], Koji Nishimura[3], Masaki Tsutsumi[3], Kaoru Sato[4], Toru Sato[1]

1. 京都大学大学院情報学研究科、2. 京都大学大学院理学研究科、3. 国立極地研究所、4. 東京大学大学院理学研究科
1. Graduate School of Informatics, Kyoto University, 2. Graduate School of Science, Kyoto University, 3. National Institute of Polar Research, 4. Graduate School of Science, The University of Tokyo

PANSYレーダーは南極昭和基地に設置された大型のVHF帯大気レーダーである。本レーダーは対流圏・成層圏・中間圏の観測を行うMSTレーダーとしての機能に加え、電離圏非干渉性散乱（IS）を用いて地表100㎞から500㎞にかけてのプラズマ物理量を観測することが可能であり、2015年に南極では初となる電離圏IS観測に成功した。

PANSYレーダーの電離圏観測が既存のより高い周波数を用いるISレーダーとは異なる点として、E層の沿磁力線不均一（FAI）エコーによる干渉が挙げられる。すなわち極域でVHF帯を用いる場合、地磁気の磁力線と電波の進行方向が直交条件を満たす高度は地表100㎞付近となるが、レーダーからの直線距離はF層においてISエコーが観測される高度と等しくなるため、強くコヒーレントなFAIエコーによる干渉が発生する。

このFAIエコーの混入によるPANSYレーダーのIS観測への影響に対処するため、我々は適応的ビーム形成技術を用いた信号処理法を開発した[1]。PANSYレーダーには三素子八木アンテナを12本ずつ直線状に配置したアレイアンテナが2組あり、方向拘束付き出力電力最小化法に基づく手法を用いて異なる角度からの信号を分離できる。すなわち、提案手法により背景の電子密度を精度良く観測できるだけでなく、FAIの構造や運動を同時に観測することが可能となる。

この発表では、PANSYレーダーの電離圏観測における信号処理法について概観する。また、ISとFAIの同時観測について、適応的信号処理によるFAIのイメージングなどを含む最新の成果を報告する。

[1] Hashimoto et al., 2018: “First incoherent scatter measurements and adaptive suppression of field-aligned irregularities by the PANSY radar at Syowa Station, Antarctic”, *J. Atmos. Oceanic Technol.*, conditional acceptance.

キーワード：PANSY、電離圏非干渉性散乱、適当的信号処理、沿磁力線不均一、南極昭和基地、ISレーダー
Keywords: PANSY, ionospheric incoherent scatter, adaptive signal processing, field aligned irregularities, Antarctic Syowa Station, IS radar

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

2019年5月30日(木) 13:45 ~ 15:15 | A01 東京ベイ幕張ホール

[P-EM15] 太陽地球系結合過程の研究基盤形成

コンビーナ:山本 衛(京都大学生存圏研究所)、小川 泰信(国立極地研究所)、野澤 悟徳(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、吉川 顕正(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、座長:小川 泰信

地球には太陽から膨大なエネルギーと物質の流入がある。地球の環境はそれらの入出力のバランスの上に成り立っており、地球大気におけるエネルギーと物質の循環の理解が重要である。本セッションは、日本学術会議マスタープラン2011/2014/2017で継続的に重点大型研究計画とされ、2020年度に向けても提案準備中である研究プロジェクト「太陽地球系結合過程の研究基盤形成」に関する議論を目的として、国際セッションとして提案する。研究プロジェクトに関連する設備とネットワークとしては、赤道大気の全域を観測する赤道MUレーダーと極域の磁気圏ー電離圏結合過程の詳細な観測を主とするEISCAT_3Dレーダー、赤道から極域までをグローバルにつなぐ地上観測網と観測データ網が含まれている。本セッションでは、研究プロジェクトの内容と進捗状況を報告すると共に、国内外の関連研究者から幅広い話題を集約することで、研究の動向と方向性について議論を深める。大型大気レーダー、非干渉散乱レーダー、観測ネットワーク、衛星観測、モデル研究等を用いた多様な研究やプロジェクトとの連携が重要であり、多くの論文の参加を求める。

13:45 ~ 14:00

[PEM15-12] Mini/Micro Satellite Constelaltion for the study of LAI coupling

*小山 孝一郎[1,2,3] (1.国立成功プラズマ宇宙科学研究所　台湾、2.九州大学国際宇宙天気・教育センター、3.(株）アジア宇宙環境研究コンソーシアム)

14:00 ~ 14:15

[PEM15-13] Statistical study of daily and seasonal variation of the equatorial anomaly in Asia based on satellite-ground beacon experiment

*坂本 悠記[1]、山本 衛[1]、穂積 コンニャナット[2] (1.京都大学生存圏研究所、2.国立研究開発法人 情報通信研究機構)

14:15 ~ 14:30

[PEM15-14] Latest installation of FM-CW radar in Peru

*藤本 晶子[1]、池田 昭大[2]、吉川 顕正[3] (1.九州工業大学、2.鹿児島工業高等専門学校、3.九州大学)

14:30 ~ 14:45

[PEM15-15] Understanding the OH Meinel Band Emissions on the Terrestrial Planets

*Konstantinos S. Kalogerakis[1] (1.Center for Geospace Studies, SRI International, Menlo Park, California, U.S.A.)

14:45 ~ 15:00

[PEM15-16] Statistical study of Sporadic Sodium Layer (SSL) observed at Tromsø

*野澤 悟徳[1]、津田 卓雄[2]、斎藤 徳人[3]、高橋 透[4]、川原 琢也[5]、小川 泰信[4]、藤原 均[6]、和田 智之[3]、小川 洋平[1]、Hall Chris[7]、Brekke Asgeir[7] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.電気通信大学情報理工学部、3.理化学研究所光量子工学研究センター、4.国立極地研究所、5.信州大学工学部、6.成蹊大学理工学部、7.UiTノルウェー北極大学)

15:00 ~ 15:15

[PEM15-17] 大型研究計画「太陽地球系結合過程の研究基盤形成」推進の議論（２）

*山本 衛[1] (1.京都大学生存圏研究所)

Mini/Micro Satellite Constelaltion for the study of LAI coupling

*小山 孝一郎[1,2,3]
*Koichiro Oyama[1,2,3]

1. 国立成功プラズマ宇宙科学研究所 台湾、2. 九州大学国際宇宙天気・教育センター、3. (株）アジア宇宙環境研究コンソーシアム
1. Institute of Plasma and Space Sciences,National Cheng Kung Univ., Taiwan, 2. International Ceneter for Space Weather Sudy and Education, Kyushu Univ.,, 3. CoLtd. Asia Space Environment Research Consortium, Japan

Recent Studies show that ionosphere influenced by Thunder cloud, Typhoon, Sudden Stratosphere warming, Earth quake, and so on. Possible atmosphere perturbation to generate Radio wave scintillation is still not confirmed by observation in spite of the long history of radio scintillation research. Since 1970’s, no break through is found in ionosphere physics. The reason is the lack of information of the atmosphere below which is needed simultaneously with ionopshere information. We propose here the satellite constellation of /Pico /mini satellites combined with one /two small satellite (200-500 Kg). Pico/mini satellite should be constellation to measure basic ionosphere parameter. These are electron density, temperature, ion temperature, ion mass, electric field, and neutral wind at ionosphere height. Information on the atmospheric wind down to ground surface below 120 km should be simultaneously measured. This means that we need photometric instruments such as TIDI and SABAR accommodated in TIMED satellite or instruments to measure electromagnetic waves radiated by neutral particles. These observations can be done through international collaboration.

References

Oyama, K.-I., J. T. Jhou, J. T. Lin, M. L. Hsu , C. Lin ,Y. S. Wu, H. Liu, and K.Yumoto, Behavior of the northern ionosphere during 2009 Sudden Stratosphere Warming, J.Geophys.Res., doi:10.1002/2014JA020014, 2014

Chou, M. Y., C. C. H. Lin, J. Yue, H. F. Tsai, Y. Y. Sun, J. Y. Liu, and C. H. Chen (2017), Concentric traveling ionosphere disturbances triggered by Super Typhoon Meranti (2016), Geophys. Res. Lett., 44, 1219–1226, doi:10.1002/2016GL072205.

Oyama, K. -I., Y.Kakinami, ,J.Y.Liu, T.Kodama, and C.Y.Chen, Micro/mini satellites for earthquake studies - toward international collaboration, Advances in Geoscience, 21, 251- 256, 2010.

Oyama, K.-I., Y. Kakinami, J. Y. Liu, M. A. Abdu, and C. Z. Cheng, Anomalous Ion Density Latitudinal Distribution as a precursor of large earthquake, J.Geophys. Res., 116, A04319, doi:10.1029/2010JA015948, 2011

キーワード：EAI結合、衛星観測、国際協力
Keywords: EAI coupling, Satellite Obserbation, International Collaboartion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Statistical study of daily and seasonal variation of the equatorial anomaly in Asia based on satellite-ground beacon experiment

*坂本 悠記[1]、山本 衛[1]、穂積 コンニャナット[2]
*Yuki Sakamoto[1], Mamoru Yamamoto[1], Kornyanat Hozumi[2]

1. 京都大学生存圏研究所、2. 国立研究開発法人 情報通信研究機構
1. Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, 2. National Institute of Information and Communications Technology

Studies of ionospheric structures by the satellite-ground beacon experiment were conducted in southeast Asia. We have deployed a meridional chain of five beacon receivers from 8S to 27N along 100E meridian, they showed meridional distribution of total-electron content (TEC) of the ionosphere. We revealed time and spatial variabilities of the equatorial anomaly in a certain period of time (Watthanasangmechai et al., 2014, 2015). The data analysis was, however, not easy mainly because of difficulty in estimating bias of the measurement to get the absolute TEC.
In this study, we developed the method of bias estimation. As a result, we can get TEC distribution by computers automatically. Using this method, we analyzed latitude distribution of TEC from Thai to Indonesia in 2012-2015. It is valuable to measure such latitudinal distribution of TEC in the wide latitudinal range from the ground fixed sites.
Using these data, we classified TEC distribution with the equatorial anomaly. It shows some distribution patterns depends on season or time. Classifying the TEC distribution data of LT14-17 and LT20-23, assuming after the formation of the equatorial anomaly (EIA), we take the average in 2012-2015. The plasma fountain makes the 2 peaks (northern and southern of the magnetic equator) in the TEC-Lat graph. In the northern hemisphere summer, the northern peak is larger than the southern one. In winter, the southern peak is larger than the northern one. Classifying the data of LT10-13, assuming the right after formation of the EIA. It shows the opposite result. In summer, the southern one is larger. In winter, the northern one is larger. We will compare these analysis results with atmospheric parameters from the whole atmosphere model GAIA and MSIS.

キーワード：全電子数、赤道異常
Keywords: total-electron content, equatorial anomaly

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Latest installation of FM-CW radar in Peru

*藤本 晶子[1]、池田 昭大[2]、吉川 顕正[3]
*Akiko Fujimoto[1], Akihiro Ikeda[2], Akimasa Yoshikawa[3]

1. 九州工業大学、2. 鹿児島工業高等専門学校、3. 九州大学
1. Kyushu Institute of Technology, 2. National Institute of Technology,Kagoshima College, 3. Kyushu University

An FM-CW (Frequency Modulated Continuous Wave) radar is a type of HF (High Frequency) radar. The FM-CW radar can measure the range of target as well as Doppler shift for reflected radio waves from the target (e.g., ionized layer). From the observed Doppler shift, we can estimate east-west electric field in the ionosphere. Poole (1985) and Poole and Evans (1985) first used FM-CW radar for Doppler observation. Nozaki and Kikuchi (1987, 1988) made improvements to the design. We have installed three FM-CW stations along the Japanese longitude, at Japan, Russia and Philippine, in order to measure the electric fields that penetrate the ionosphere (Yumoto, 2006).

Our goals are, (i) to estimate EEJ (Equatorial Electrojet) structure including the generation, variance and modulation of EEJ, (ii) to understand the electrodynamics of EEJ and the generation mechanism of the Equatorial Spread F (ESF) associated with Plasma Bubbles (PBs) and (iii) to reveal the generation mechanisms of ULF pulsation waves at the lower and equatorial latitudes.

In 2018, the new FM-CW radar has been installed in Peru. This FM-CW observation will give the opportunity of the simultaneous ionospheric observation at the Japan local time and the opposite side of Japan (for example dayside and nightside). ICSWSE (International Center for Space Weather Science and Education, Kyushu University) also have the ground-based magnetometer network (MAGDAS) on the world including Peru MAGDAS chain. With the both magnetometer and FM-CW observations, we try to understand the energy transfer and propagation process from the poles to the equator, in the terms of the coupling the solar-magnetosphere-ionosphere-atmosphere.

We will give the detail and current status of FM-CW radar project.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Understanding the OH Meinel Band Emissions on the Terrestrial Planets

*Konstantinos S. Kalogerakis[1]

1. Center for Geospace Studies, SRI International, Menlo Park, California, U.S.A.

The OH Meinel band emissions, originating from vibrationally excited hydroxyl radicals, OH(v), represent some of the most important airglow features in the Earth’ s upper atmosphere. Such emissions were also observed on the night side of Venus during the Venus Express mission [*Piccioni et al.*, A&A 483, L29-L33 (2008)]. Data obtained by CRISM (Compact Reconnaissance Imaging Spectrometer for Mars) aboard the MRO (Mars Reconnaissance Orbiter) revealed OH(v) emissions in the nightglow of Mars [*Clancy et al.*, Icarus 226, 272-281 (2013)]. Modeling studies have shown that the predicted OH(v) emission intensities can vary dramatically depending on the nature of the vibrational relaxation mechanism assumed [e.g., *García Muñoz et al.*, Icarus 176, 75-95 (2005)]. Despite several investigations, the details of all the relevant OH(v) relaxation kinetics and pathways are not well understood.

Our recent studies demonstrated a previously unknown, efficient pathway for vibrational relaxation of OH(v) by O atoms that couples the mesospheric OH(v) emissions with the CO_2 4.3-micron emission and resolves a long-standing problem of severe discrepancies between model predictions and observations of the 4.3-micron emission in the Earth’ s atmosphere [*Panka et al.* , ACP 17, 9751-9760 (2017); *Kalogerakis et al.*, GRL 43, 8835-8843 (2016)]. This recent breakthrough development highlights the importance of investigating the mechanistic details of OH(v) collisional energy transfer.

We will discuss our efforts to investigate OH(v) vibrational relaxation relevant to the atmospheres of the terrestrial planets. Important areas of interest are the key OH(v) vibrational relaxation rate constants at temperatures relevant to the altitude of the emission layer and the pathways of OH(v) vibrational energy relaxation. The Meinel OH(v) emissions can be used as an indicator of atmospheric composition, variability, circulation, gravity waves, and as a probe of local temperature. A detailed understanding of the sources and sinks of these emissions is a prerequisite before they can be reliably used as a proxy for the aforementioned processes.

Keywords: OH Meinel band emission, Nightglow, vibrational relaxation, Terrestrial planets

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Statistical study of Sporadic Sodium Layer (SSL) observed at Tromsø

*野澤 悟徳[1]、津田 卓雄[2]、斎藤 徳人[3]、高橋 透[4]、川原 琢也[5]、小川 泰信[4]、藤原 均[6]、和田 智之[3]、小川 洋平[1]、Hall Chris[7]、Brekke Asgeir[7]
*Satonori Nozawa[1], Takuo T. Tsuda[2], Norihito Saito[3], Toru Takahashi[4], Takuya Kawahara[5], Yasunobu Ogawa[4], Hitoshi Fujiwara[6], Satoshi Wada[3], Youhei Ogawa[1], Chris Hall[7], Asgeir Brekke[7]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 電気通信大学情報理工学部、3. 理化学研究所光量子工学研究センター、4. 国立極地研究所、5. 信州大学工学部、6. 成蹊大学理工学部、7. UiTノルウェー北極大学
1. Institute for Space-Earth Environment Research, 2. The University of Electro-Communications, 3. RIKEN Center for Advanced Photonics, 4. National Institute of Polar Research, 5. Faculty of Engineering, Shinshu University, 6. Faculty of Science and Technology, Seikei University, 7. UiT The Arctic University of Norway

Based on about 3000 hours of sodium density data obtained with the Tromsø sodium LIDAR over 7 year seasons between 2012 and 2018, we have identified about 40 events of Sporadic Sodium Layer (SSL) in the polar mesosphere and lower thermosphere (MLT) region. A SSL is a thin sodium layer (about 1-2 km) with high sodium density (usually factor of 2 or more higher than that of a normal layer), and its life time is about a few minutes to a few hours. We have investigated an occurrence rate of sporadic sodium layer (SSL) as well as necessary conditions for a SSL to form in the polar MLT region. SSLs appeared for shorter than 5 % of the overall observational time, indicating it is a rare event. Auroral electron precipitation as well as appearance of a sporadic E layer would be necessary conditions to form a SSL.

The sodium LIDAR at Tromsø (69.6 deg N, 19.2 deg E) has made simultaneous five directional (vertical position, plus 4 horizontal positions with zenith angle = 30 deg or 12.5 deg and azimuth = 0, 90, 180, 270 deg) observations, and has obtained about 3000 hours of temperature, sodium density, and wind data between October 2012 and February 2019. Analyzing the datasets with temporal and height resolutions of 3 min and 500 m, respectively, we have identified about 40 SSL events over the seven winter seasons. By utilizing five point observations, we have determined if a SSL was in-situ generated or was advected. Most SSLs show feature of advection (systematic and similar temporal variations of sodium density), indicating associated sharp rise of sodium density, whose mechanism has long been not understood, can be explained with an advection effect.

Observational results can be summarized as follows:
(1) most SSLs found are probably advected, (2) ionization of aurora would be a necessary condition, (3) sporadic E (Es) layers are almost always associated, (4) local time dependence of appearance of SSL is found, suggesting convectional electric field and semidiurnal tide would play an important role. We will address a generation mechanism of SSL.

キーワード：ナトリウム層、トロムソ、スポラディックナトリウム層、スポラディックE層、ナトリウムライダー
Keywords: Sodium layer, Tromso, SSL, Es layer, Sodium LIDAR

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大型研究計画「太陽地球系結合過程の研究基盤形成」推進の議論（２）
Discussion on large-scale research project "Study of coupling processes in solar-terrestrial system" (2)

*山本 衛[1]
*Mamoru Yamamoto[1]

1. 京都大学生存圏研究所
1. Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University

大型研究計画「太陽地球系結合過程の研究基盤形成」は、マスタープラン2014と2017において重点大型研究計画に認められた。現在、マスタープラン2020への継続提案のための準備を進めている。本国際セッションにおいて、研究計画の推進に関する議論を実施するため、議論のための時間を申請する。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_2

[P-EM15] 太陽地球系結合過程の研究基盤形成

コンビーナ:山本 衛(京都大学生存圏研究所)、小川 泰信(国立極地研究所)、野澤 悟徳(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、吉川 顕正(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

地球には太陽から膨大なエネルギーと物質の流入がある。地球の環境はそれらの入出力のバランスの上に成り立っており、地球大気におけるエネルギーと物質の循環の理解が重要である。本セッションは、日本学術会議マスタープラン2011/2014/2017で継続的に重点大型研究計画とされ、2020年度に向けても提案準備中である研究プロジェクト「太陽地球系結合過程の研究基盤形成」に関する議論を目的として、国際セッションとして提案する。研究プロジェクトに関連する設備とネットワークとしては、赤道大気の全域を観測する赤道MUレーダーと極域の磁気圏ー電離圏結合過程の詳細な観測を主とするEISCAT_3Dレーダー、赤道から極域までをグローバルにつなぐ地上観測網と観測データ網が含まれている。本セッションでは、研究プロジェクトの内容と進捗状況を報告すると共に、国内外の関連研究者から幅広い話題を集約することで、研究の動向と方向性について議論を深める。大型大気レーダー、非干渉散乱レーダー、観測ネットワーク、衛星観測、モデル研究等を用いた多様な研究やプロジェクトとの連携が重要であり、多くの論文の参加を求める。

[PEM15-P01] MUレーダー外付け受信専用アンテナを用いたアダプティブクラッター抑圧システムの開発

*橋口 浩之[1]、寺田 一生[1]、山本 衛[1] (1.京都大学生存圏研究所)

[PEM15-P02] Detached cusp aurora for southward IMF

*高須 浩平[1]、田口 聡[1]、細川 敬祐[2] (1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地球物理学教室、2.電気通信大学大学院情報理工学研究科)

[PEM15-P03] Motion of the inverted-V structure during an isolated substorm

*田中 杜雄[1]、田口 聡[1]、高須 浩平[1]、大井川 智一[1]、細川 敬祐[2] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地球物理学教室、2.電気通信大学大学院情報理工学研究科)

[PEM15-P04] Observation and modeling of Na layer response to energetic particle precipitation

*津田 卓雄[1]、滝沢 響吾[1]、戸津 亮[1]、川原 琢也[2]、田中 良昌[3]、江尻 省[3]、西山 尚典[3]、中村 卓司[3] (1.電気通信大学、2.信州大学、3.国立極地研究所)

[PEM15-P05] Lidar data analysis of the sodium atoms in the thermosphere observed at Tromsoe, Norway

*川原 琢也[1]、野澤 悟徳[2]、斎藤 徳人[3]、津田 卓雄[4]、高橋 透[5]、川端 哲也[2]、西村 美紀[1]、小林 允隆[1] (1.信州大学学術研究院工学系、2.名古屋大学 宇宙地球環境研究所、3.理化学研究所 光量子工学研究センター、4.電気通信大学、5.国立極地研究所)

[PEM15-P06] 北欧に展開された流星レーダーによる両極性拡散係数の異常増大の時間・空間分布の研究

*高橋 透[1]、堤 雅基[1,2]、小川 泰信[1,2,3]、野澤 悟徳[3]、Hall Chris[4]、宮岡 宏[1,2] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学、3.名古屋大学宇宙地球環境研究所、4.ノルウェー北極大学TGO)

[PEM15-P07] Progress of ICSWSE and MAGDAS project in recent years

*阿部 修司[1]、吉川 顕正[2,1]、魚住 禎司[1]、藤本 晶子[3] (1.九州大学 国際宇宙天気科学・教育センター、2.九州大学大学院理学研究院 地球惑星科学部門、3.九州工業大学)

[PEM15-P08] Status of GNU Radio Beacon Receiver 2 (GRBR2) development

*山本 衛[1]、松永 真由美[2]、Tsunoda Roland[3] (1.京都大学生存圏研究所、2.東京工業大学、3.SRI International)

[PEM15-P09] Statistical comparison between plasma bubble day-to-day variability and neutral atmosphere by using GPS scintillation and GAIA model

*山本 衛[1]、河野 恵悟[1] (1.京都大学生存圏研究所)

[PEM15-P10] Redevelopment of the MU radar transceiver-module control system

*山本 衛[1]、黒川 浩規[1]、橋口 浩之[1] (1.京都大学生存圏研究所)

MUレーダー外付け受信専用アンテナを用いたアダプティブクラッター抑圧システムの開発

Study on adaptive clutter rejection system using external receiving antennas for the MU radar

*橋口 浩之[1]、寺田 一生[1]、山本 衛[1]
*Hiroyuki Hashiguchi[1], Issei Terada[1], Mamoru Yamamoto[1]

1. 京都大学生存圏研究所
1. Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University

大気レーダー観測において、しばしば強い地形性クラッターエコー(山や建物からのエコー)が観測の障害となることがある。クラッター抑圧法としてNC-DCMP (Norm Constrained-Directionally Constrained Minimum Power)法が提案され、MUレーダーの25チャンネル受信データに適用し、効果があることが実証されている[Nishimura et al., JTech., 2012]。NC-DCMP法によるクラッター抑圧処理をMUレーダーのオンライン処理システムとして実装することにも成功した[Hashiguchi et al., Radio Sci., 2018]。しかし、この方法では若干メインローブにも影響を与えるため、大気エコーのS/Nが劣化するという問題がある。そこで本研究では、水平方向に指向性を有する受信専用の外付けアンテナを用いて、S/N劣化の少ないクラッター抑圧手法について研究した。

MUレーダーアンテナ周辺に、ターンスタイルアンテナを4基設置した。アンテナからの信号を、リミッター、BPF、LNAを通して増幅した後、MUレーダー観測室まで同軸ケーブルを引き、観測室でLNAでさらに増幅した後、中間周波数(5MHz)にダウンコンバートし、MUレーダー受信システムに入力した。幸い、MUレーダーの超多チャンネル受信システムには4つの空きチャンネルがあるので、それを利用した。

従来のクラッター抑圧法である25チャンネルの受信データを独立に使用したNC-DCMP法と、25チャンネルを単純合成したものと外付けアンテナ4チャンネルでNC-DCMP法を適用したものを比較した。前者では大気エコーのS/Nが劣化することがあるが、後者では25チャンネル単純合成によりメインローブ形状が保証されるので、S/N劣化は見られなかった。クラッター抑圧特性は、後者では抑圧できる場合と抑圧が十分でない場合があった。これは、現在の外付けアンテナ設置場所が北側に偏っているため、クラッター源が南側にある場合に抑圧が難しいと考えられる。

インドネシア共和国の西スマトラに建設が計画されている赤道MUレーダーは、八木アンテナ19本を1群とする55群構成で、各群からの受信信号を独立に取得可能なシステムが提案されている。受信機のチャンネル数は64とする予定である。本研究の成果は、この赤道MUレーダーにも適用可能である。

キーワード：大気レーダー、クラッター抑圧、ウエイトノルム拘束付DCMP法、MUレーダー
Keywords: Atmospheric radar, Clutter rejection, NC-DCMP method, MU radar

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Detached cusp aurora for southward IMF

*高須 浩平[1]、田口 聡[1]、細川 敬祐[2]
*Kohei Takasu[1], Satoshi Taguchi[1], Keisuke Hosokawa[2]

1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地球物理学教室、2. 電気通信大学大学院情報理工学研究科
1. Department of Geophysics, Graduate School of Science, Kyoto University, 2. Department of Communication Engineering and Informatics, University of Electro-Communications

A poleward-moving aurora is a typical phenomenon in the dayside cusp of the high-latitude ionosphere. This aurora usually originates near the equatorward boundary of the cusp, and diminishes near the poleward boundary of the persistent cusp auroral emissions. In this study we have examined faint poleward-moving auroras that are detached from the persistent cusp emissions by analyzing 630-nm aurora image data from an all-sky imager at Longyearbyen, Svalbard, and precipitating electron data from DMSP spacecraft. These auroras occur for southward IMF, and are located at latitudes higher than 80 MLAT. The intensities are very weak (less than 1 kilo Rayleigh). The result of the analysis shows that the speed of the auroral motion is 1 to 2 km/s, which is faster than typical convection speed in the dayside polar cap. We show the similarities and differences between the faint aurora and the typical poleward moving cusp aurora, and discuss how soft electron precipitation occurs in the region that is well separated from the cusp.

キーワード：オーロラ、カスプ、プラズマ対流、惑星間空間磁場
Keywords: Aurora, cusp, plasma convection, IMF

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Motion of the inverted-V structure during an isolated substorm

*田中 杜雄[1]、田口 聡[1]、高須 浩平[1]、大井川 智一[1]、細川 敬祐[2]
*Morio Tanaka[1], Satoshi Taguchi[1], Kohei Takasu[1], Tomokazu Oigawa[1], Keisuke Hosokawa[2]

1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地球物理学教室、2. 電気通信大学大学院情報理工学研究科
1. Department of Geophysics, Graduate school of science, Kyoto University, 2. Department of Communication Engineering and Informatics, University of Electro-Communications

The inverted-V is an energetic electron precipitation event, which can be seen as a V-shape structure in electron flux spectrograms, and causes intense auroral arcs. Previous studies have suggested that the inverted-V structure can move fast poleward or equatorward. However, we still do not understand what drives its motion. In this study we have investigated the detailed characteristics of an inverted-V structure moving poleward, which occurred during an isolated substorm, using simultaneous observations of auroras, precipitating electrons, and field-aligned currents. We analyzed aurora data (630-nm and 557.7-nm) from an all-sky imager at Longyearbyen, Svalbard, and precipitating electrons and magnetic field data from the DMSP spacecraft (F16, F17, F18, F19). One of the interesting characteristics of the poleward-moving inverted-V is the appearance of a downward field-aligned current equatorward of and adjacent to the inverted-V. We discuss how the region of the downward field-aligned current evolves in association with the motion and growth/decay of the inverted V structure, and possibility of a role of the downward field-aligned current for the latitudinal motion of the inverted V.

キーワード：沿磁力線電流、オーロラ、inverted-V、isolated substorm
Keywords: Field-aligned current, aurora, inverted-V, isolated substorm

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Observation and modeling of Na layer response to energetic particle precipitation

*津田 卓雄[1]、滝沢 響吾[1]、戸津 亮[1]、川原 琢也[2]、田中 良昌[3]、江尻 省[3]、西山 尚典[3]、中村 卓司[3]
*Takuo T. Tsuda[1], Kyogo Takizawa[1], Ryo Tozu[1], Takuya Kawahara[2], Yoshimasa Tanaka[3], Mitsumu K. Ejiri[3], Takanori Nishiyama[3], Takuji Nakamura[3]

1. 電気通信大学、2. 信州大学、3. 国立極地研究所
1. The University of Electro-Communications, 2. Shinshu University, 3. National Institute of Polar Research

Metallic layers, such as Na, Fe, Mg, K, and Ca layers, exist in the mesosphere and lower thermosphere (MLT). The height range of the MLT region corresponds to the ionospheric *D* and *E* regions, and in the polar region energetic particles precipitating from the magnetosphere can often penetrate into the *E* region and even into the *D* region. Therefore, the influence of energetic particles on the metallic layers is of interest regarding changes in atmospheric composition accompanied by auroral activity or geomagnetic activity.

In this study, we have performed a statistical investigation on relationship between Na density and cosmic noise absorption (CNA), which were obtained from 2000 to 2002 at Syowa Station, Antarctic (69.0ºS, 39.6ºE). From the investigation, we found the Na density decrease in accordance with the CNA increase, i.e., increase in the energetic particle precipitation. In the presentation, we will show these observational results, and discuss causality about the observed relationship based on numerical caculations using our Na chemistry model.

キーワード：Na層、高エネルギー降下粒子、昭和基地、Na化学モデル
Keywords: Na layer, Energetic particle precipitation, Syowa Station, Na chemistry model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Lidar data analysis of the sodium atoms in the thermosphere observed at Tromsoe, Norway

*川原 琢也[1]、野澤 悟徳[2]、斎藤 徳人[3]、津田 卓雄[4]、高橋 透[5]、川端 哲也[2]、西村 美紀[1]、小林 允隆[1]
*Takuya Kawahara[1], Satonori Nozawa[2], Norihito Saito[3], Takuo T. Tsuda[4], Toru Takahashi[5], Testuya Kawabata[2], Miki Nishimura[1], Yoshitaka Kobayashi[1]

1. 信州大学 学術研究院工学系、2. 名古屋大学 宇宙地球環境研究所、3. 理化学研究所 光量子工学研究センター、4. 電気通信大学、5. 国立極地研究所
1. Faculty of Engineering, Shinshu University, 2. ISEE, Nagoya University, 3. RIKEN, Center for Advanced Photonics, 4. The University of Electro-Communications, 5. National Institute of Polar Research

Distribution of low-density Na atoms in the thermosphere is interesting because of the capability of measuring neutral temperature and wind into the lower thermosphere up to 140 km. The thermospheric Na atoms significantly made the altitude range of Na lidar measurements expanded from the 80–105 km to 80–140 km, covering almost the entire E region (Liu et al., GRL, 2016).

The measurements of wind and temperature by a Na lidar in the northern mesosphere (80-105 km) at Tromsoe, Norway (69.6˚N, 19.2˚E) have been carried out in Polar winter season since 2010. However, thermospheric Na has not been seen in our data so far. This is because the automatic analysis program calculates the background signal level using the 140-150 km signals which possibly include a small amount of thermospheric Na signal. Deriving thermospheric Na is done by lowering the background signal level to emphasize thermospheric Na signals. The data at the new moon are selected which have a low background signal. Also, we calculated signal intensity from the Na atoms in the thermosphere based on our lidar parameters such as laser power, a telescope aperture area etc. by using the lidar equation. The results are summarized as follows. (1) Assuming that the Na density is 10 /cm^3, the signal from the Na atoms between 120 and 140 km is expected 300-400 photons, (2) The background signal observed is about 4,400 counts which means the noise level is about 220. So the signal intensity from the Na is nearly comparable to the noise level. (3) Thermospheric Na was not clearly seen in the re-calculated data. However, it depends on the smoothing technique to the original lidar data.

In this talk, we show the results derived by varying the binning time and discuss it.

キーワード：ナトリウムライダー、熱圏、トロムソ
Keywords: Na lidar, thermosphere, Tromsoe

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北欧に展開された流星レーダーによる両極性拡散係数の異常増大の時間・空間分布の研究

Spatial-temporal distribution of anomalous enhancement of ambipolar diffusion coefficient observed by meteor radars installed in the polar region

*高橋 透[1]、堤 雅基[1,2]、小川 泰信[1,2,3]、野澤 悟徳[3]、Hall Chris[4]、宮岡 宏[1,2]
*Toru Takahashi[1], Masaki Tsutsumi[1,2], Yasunobu Ogawa[1,2,3], Satonori Nozawa[3], Chris Hall[4], Hiroshi Miyaoka[1,2]

1. 国立極地研究所、2. 総合研究大学院大学、3. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、4. ノルウェー北極大学TGO
1. National Institute of Polar Research, 2. SOKENDAI, 3. Institute for Space-Earth Environmental Research, 4. TGO, The Arctic University of Norway

流星レーダーは高度75-100 kmの流星飛跡からの反射波を観測し、そのドップラーシフトから風速測定を推定している(Hall et al., 2005)。それに加えて、反射波の強度減衰から両極性拡散係数も推定することができる。両極性拡散係数はイオン温度と電子温度に依存する係数ではあるが、イオンと電子が中性大気と衝突を介してほぼ熱平衡状態にあると考えられるため、中性大気温度を推定する情報源として活用されている。しかし、近年、国立極地研究所と名古屋大学の研究グループによってノルウェー・トロムソ（北緯69.6度、東経19.2度）に設置された流星レーダーで中性大気温度変動では説明できないほどの両極性拡散係数の増大現象（以下、異常増大）が見出された。

これまでの研究では、トロムソ流星レーダーで観測された異常増大とEISCAT(European Incoherent Scatter)レーダーで観測されたイオン速度及びイオン・電子温度とを比較した（堤他, 平成28年度大気圏シンポプロシーディングス, 2017）。これによると、イオン速度と電子温度の増大と同時に異常増大が観測されるケースが多く、特に16 UTに集中して異常増大が発生していることが分かっている。また、1例ではあるが高エネルギー粒子の降り込みとの比較も行われた。2012年11月17日に発生した高エネルギー粒子の降り込みイベント時には異常増大は観測されなかった。これらのことから高エネルギー粒子の降り込みは異常増大の生成に大きく寄与をしていないものと考えられる。以上のように異常増大の基本的な描像は理解されつつあるが、トロムソの1地点の観測データでしか調査が行われていないため、その生成メカニズムの理解は未だ不十分である。異常増大のメカニズムを理解するためには異常増大の広域観測データと対流電場などのグルーバルな現象とを比較する必要がある。しかし、極域の広範囲において、両極性拡散係数の異常増大が発生しやすい緯度帯及び時間帯の知見は、これまでに得られていない。

北極域ノルウェー・トロムソ、ベアアイランド（北緯74.5度、東経19.0度）、ロングイヤビン（北緯78.2度、東経16.2度）には流星レーダーがほぼ同一経度線上設置されており、異常増大の空間分布の導出が可能である。これらの3つの流星レーダーは、アンテナはノルウェー北極大学製、コントロール系がATRAD製である(Nozawa et al., 2012, JGR; Hall et al., 2002, GRL, Hall et al., 2006, JASTP)。本研究ではこの3つの流星レーダーを使って異常増大の空間分布及び発生確率の空間分布を導出した。トロムソ、ベアアイランド、ロングイヤビンのそれぞれの観測点において、20-22, 19-21, 16-19 MLT（~UT+3）に発生頻度の極大が現れており、高緯度ほど異常増大が早い時間帯にピークを持っていた。また、この発生確率のピークはベアアイランのみで朝側2-6 MLTにも見られた。

地磁気活動度で発生確率を分類すると、Kp>３の時の夕側の異常増大の発生頻度のピーク時間が17-21, 15-19, 12-16 MLTと早い時間に異常増大の発生頻度のピークがシフトすることがわかった。また、3つの観測点すべてで朝側にも発生確率のピークが出現し、それぞれの観測点で3-5, 4-8, 7-10 MLTとなり、夕側とは反対に低緯度から順にピークを迎えることが分かった。さらに、トロムソ天頂から約100 km低緯度側では19-21 MLTに約90%高い確率で異常増大が発生していた。地磁気活動度が活発な時に見られるこの特徴は対流電場の

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地磁気活動依存性と良い一致をする。
　この一方で、地磁気擾乱時に朝側に見られる異常増大の発生頻度のピークは夕方側に比べて低い。これは、強い電場とともに出現するアーク状のオーロラが主に夕側付近に出現し、朝側では強い電場を伴わない脈動オーロラやパッチ状のオーロラが主に出現することに関連していると考えられる。即ち、異常増大は対流電場とオーロラの双方に影響を受け出現していると考えられる。
　本発表では、異常増大の緯度分布、磁気地方時、地磁気活動度依存性についての解析結果を述べるとともに、EISCATレーダーとESRによって観測された電場強度との定量的な比較についても報告する予定である。

キーワード：流星レーダー、トロムソ、EISCATレーダー
Keywords: meteor radar, Tromsø, EISCAT radar

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Progress of ICSWSE and MAGDAS project in recent years

*阿部 修司[1]、吉川 顕正[2,1]、魚住 禎司[1]、藤本 晶子[3]
*Shuji Abe[1], Akimasa Yoshikawa[2,1], Teiji Uozumi[1], Akiko Fujimoto[3]

1. 九州大学 国際宇宙天気科学・教育センター、2. 九州大学 大学院理学研究院 地球惑星科学部門、3. 九州工業大学
1. International Center for Space Weather Science and Education, Japan, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, 3. Kyushu Institute of Technology

International Center for Space Weather Science and Education (ICSWSE), Kyushu University is the research institute for conducting research and education in space weather. Our magnetometer array named as "MAGDAS/CPMN (MAGnetic Data Acquisition System/Circum-pan Pacific Magnetometer Network)" (Principal Investigator: Dr. A. Yoshikawa) has over seventy fluxgate magnetometers, one induction magnetometer, and four FM-CW (Frequency Modulated Continuous Wave) radars around the world. One of our recent research topics is Equatorial Electrojet (EEJ). We calculate EE-index (Uozumi et al, 2008; Fujimoto et al., 2016) for space weather nowcast/forecast using realtime magnetometer data along the magnetic equator, and update it at each hour on the website (http://data.icswse.kyushu-u.ac.jp/eeindex/). To accelerate the understanding of EEJ structure, we constructed dense magnetometer array near magnetic equator at Peru and Malaysia in recent year. In addition, we finished to install new FM-CW radar at Sicaya, Peru. The instrument works well current now. We are providing our observational information and data including old project via our website (http://data.icswse.kyushu-u.ac.jp/). We also provide them via IUGONET (Inter-university Upper Atmosphere Observation NETwork) Type-A (http://search.iugonet.org/) which is one-stop web service system for researchers to search data, get the information of data, and plot data, and SPEDAS (Space Physics Environment Data Analysis System)/UDAS (iUgonet Data Analysis System). We will provide them via SuperMAG (http://supermag.jhuapl.edu/) in the near future. For accelerating the usage of MAGDAS and its science, we held a tutorial session in International Conference on Space Weather and Satellite Application 2018 at Malaysia, for handling MAGDAS and other data related our research field by using IUGONET system. We believe researchers use MAGDAS data on proper rule and develop their science. We will introduce other research activities in ICSWSE and MAGDAS project, for example, plasma bubble, geomagnetically induced current, and so on.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Status of GNU Radio Beacon Receiver 2 (GRBR2) development

*山本 衛[1]、松永 真由美[2]、Tsunoda Roland[3]
*Mamoru Yamamoto[1], Mayumi Matsunaga[2], Roland Tsunoda[3]

1. 京都大学生存圏研究所、2. 東京工業大学、3. SRI International
1. Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, 2. Tokyo University of Technology, 3. SRI International

GNU Radio Beacon Receiver (GRBR) is the very successful digital receiver developed for dual-band (150/400MHz) beacon experiment. We were successfully conducted observations of total-electron content (TEC) of the ionosphere over Japan and in southeast Asia. However, many beacon satellites is now aging, and its number is decreasing. We now have a project to start new satellite-ground beacon experiment with new satellite constellations. One of them is TBEx (Tandem Beacon Explorer), a project by SRI International, to fly a constellation of two 3U cubesats with triband beacon transmitters. Another one is a project of FORMOSAT-7/COSMIC-2 by Taiwan/USA. Well-known mission of COSMIC-2 is GNSS occultation experiment, but the satellites carry triband beacon transmitters. All of these satellites will be placed into low-inclination orbits by the same launch vehicle in 2018, which will give us great opportunities to enhance studies of the low-latitude ionosphere. We develop a new digital receiver, GRBR2, for these new satellite beacon. GRBR2 is a four channel receiver at 150/400/965/1067MHz beacon signals from two satellite constellations. Now The reveiver system was finally fixed. Problem of the project of delay of the satellite launch. But it is now on schedule for launch by 2019 summer. We start deploying GRBR2 in southeast Asian countries. In this presentaiton, we will report GRBR2 system and its performance including results from test experiment in the field.

キーワード：衛星ビーコン観測、ディジタル受信機開発、全電子数
Keywords: Satellite beacon experiment, Digital receiver development, Total electron content

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Statistical comparison between plasma bubble day-to-day variability and neutral atmosphere by using GPS scintillation and GAIA model

*山本 衛[1]、河野 恵悟[1]
*Mamoru Yamamoto[1], Keigo Kono[1]

1. 京都大学生存圏研究所
1. Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University

Equational plasma bubble is one of the most intense irregularities in the ionosphere. The occurrence of the plasma bubble is considered related to weak changes of the underlying atmosphere which is called large-scale wavelike structure (LSWS). The LSWS is expected formed by penetration of the atmospheric wave into the ionosphere. But its real effect is not yet known in detail. The purpose of this research is to investigate the correlation between the neutral atmosphere and day-to-day variability of equatorial plasma bubbles mainly in the Southeast Asia region. We based on the study by Yamamoto et al (2018) that showed relationship between 40-km height temperature variation and S4 index over Kototabang, Indonesia. In this study we tried to extend the observation region and also tried to elucidate atmospheric waves that are related to the plasma bubble. For indicating activity of the plasma bubble, we used S4 index of GPS scintillation measured by ISEE, Nagoya Univ. at Kototabang, Indonesia. Atmospheric data were taken from GAIA database prepared by NICT. We analyzed data from 2003, 2004, 2012, and 2013 where the solar activity was high. Overall correlation between S4 index and the atmospheric temperature showed similar feature throughout these years. However, even when we tried to extract atmospheric wave components from the GAIA data, the correlation between the wave parameter to S4 index did not show large change. This means that the elucidation of the atmospheric wave component was not very successful so far. Further analyses are required.

Reference
Yamamoto, M., Y. Otsuka, H. Jin, Y. Miyoshi (2018) Relationship between day-to-day variability of equatorial plasma bubble activity from GPS scintillation and atmospheric properties from GAIA assimilation, Progress in Earth and Planetary Science, Vol. 5, page 26, doi: 10.1186/s40645-018-0184-7.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Redevelopment of the MU radar transceiver-module control system

*山本 衛[1]、黒川 浩規[1]、橋口 浩之[1]
*Mamoru Yamamoto[1], Koki Kurokawa[1], Hiroyuki Hashiguchi[1]

1. 京都大学生存圏研究所
1. Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University

The MU radar was installed in Shigaraki, Japan in 1984 as the world first atmospheric radar with active phased-array antenna system. The MU radar consists of 475 Yagi antennas in the circular field of about 100m diameter. By the electronic phase shift of each Yagi, the antenna beam is steered to one of pre-selected 2048 directions in the transmitting pulse-to-pulse basis. Success of the MU radar in the atmospheric/ionospheric research is well known, and its active phased-array configuration was followed by many other radar systems. The phase control of the MU radar is realized by the control of its transceiver-module (TR-module) that are equipped with each Yagi antenna. They are gathered into 25 groups of each 19 modules. One CPU (microcomputer board) is used for control of one group of modules. A weak point of the MU radar exists in this point because we are using the original 8085 CPU board that is connected to the host computer by 1200-baud (!) serial line. This control is very slow, and we could not meet demands for rapid change of observation parameters for long time. This time we tried to re-develop the new TR-module controller by using recent CPU board and electronic devices. In the presentation, we show hardware/software of the newly developed prototype of the MU radar TR-module controller.

キーワード：MUレーダー、制御システ、再開発
Keywords: MU radar, control system, redevelopment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_2

[P-EM15] 太陽地球系結合過程の研究基盤形成

コンビーナ:山本 衛(京都大学生存圏研究所)、小川 泰信(国立極地研究所)、野澤 悟徳(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、吉川 顕正(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

地球には太陽から膨大なエネルギーと物質の流入がある。地球の環境はそれらの入出力のバランスの上に成り立っており、地球大気におけるエネルギーと物質の循環の理解が重要である。本セッションは、日本学術会議マスタープラン2011/2014/2017で継続的に重点大型研究計画とされ、2020年度に向けても提案準備中である研究プロジェクト「太陽地球系結合過程の研究基盤形成」に関する議論を目的として、国際セッションとして提案する。研究プロジェクトに関連する設備とネットワークとしては、赤道大気の全域を観測する赤道MUレーダーと極域の磁気圏ー電離圏結合過程の詳細な観測を主とするEISCAT_3Dレーダー、赤道から極域までをグローバルにつなぐ地上観測網と観測データ網が含まれている。本セッションでは、研究プロジェクトの内容と進捗状況を報告すると共に、国内外の関連研究者から幅広い話題を集約することで、研究の動向と方向性について議論を深める。大型大気レーダー、非干渉散乱レーダー、観測ネットワーク、衛星観測、モデル研究等を用いた多様な研究やプロジェクトとの連携が重要であり、多くの論文の参加を求める。

[PEM15-P01] MUレーダー外付け受信専用アンテナを用いたアダプティブクラッター抑圧システムの開発

*橋口 浩之[1]、寺田 一生[1]、山本 衛[1] (1.京都大学生存圏研究所)

[PEM15-P02] Detached cusp aurora for southward IMF

*高須 浩平[1]、田口 聡[1]、細川 敬祐[2] (1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地球物理学教室、2.電気通信大学大学院情報理工学研究科)

[PEM15-P03] Motion of the inverted-V structure during an isolated substorm

*田中 杜雄[1]、田口 聡[1]、高須 浩平[1]、大井川 智一[1]、細川 敬祐[2] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地球物理学教室、2.電気通信大学大学院情報理工学研究科)

[PEM15-P04] Observation and modeling of Na layer response to energetic particle precipitation

*津田 卓雄[1]、滝沢 響吾[1]、戸津 亮[1]、川原 琢也[2]、田中 良昌[3]、江尻 省[3]、西山 尚典[3]、中村 卓司[3] (1.電気通信大学、2.信州大学、3.国立極地研究所)

[PEM15-P05] Lidar data analysis of the sodium atoms in the thermosphere observed at Tromsoe, Norway

*川原 琢也[1]、野澤 悟徳[2]、斎藤 徳人[3]、津田 卓雄[4]、高橋 透[5]、川端 哲也[2]、西村 美紀[1]、小林 允隆[1] (1.信州大学学術研究院工学系、2.名古屋大学 宇宙地球環境研究所、3.理化学研究所 光量子工学研究センター、4.電気通信大学、5.国立極地研究所)

[PEM15-P06] 北欧に展開された流星レーダーによる両極性拡散係数の異常増大の時間・空間分布の研究

*高橋 透[1]、堤 雅基[1,2]、小川 泰信[1,2,3]、野澤 悟徳[3]、Hall Chris[4]、宮岡 宏[1,2] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学、3.名古屋大学宇宙地球環境研究所、4.ノルウェー北極大学TGO)

[PEM15-P07] Progress of ICSWSE and MAGDAS project in recent years

*阿部 修司[1]、吉川 顕正[2,1]、魚住 禎司[1]、藤本 晶子[3] (1.九州大学 国際宇宙天気科学・教育センター、2.九州大学大学院理学研究院 地球惑星科学部門、3.九州工業大学)

[PEM15-P08] Status of GNU Radio Beacon Receiver 2 (GRBR2) development

*山本 衛[1]、松永 真由美[2]、Tsunoda Roland[3] (1.京都大学生存圏研究所、2.東京工業大学、3.SRI International)

[PEM15-P09] Statistical comparison between plasma bubble day-to-day variability and neutral atmosphere by using GPS scintillation and GAIA model

*山本 衛[1]、河野 恵悟[1] (1.京都大学生存圏研究所)

[PEM15-P10] Redevelopment of the MU radar transceiver-module control system

*山本 衛[1]、黒川 浩規[1]、橋口 浩之[1] (1.京都大学生存圏研究所)

MUレーダー外付け受信専用アンテナを用いたアダプティブクラッター抑圧システムの開発

Study on adaptive clutter rejection system using external receiving antennas for the MU radar

*橋口 浩之[1]、寺田 一生[1]、山本 衛[1]
*Hiroyuki Hashiguchi[1], Issei Terada[1], Mamoru Yamamoto[1]

1. 京都大学生存圏研究所
1. Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University

大気レーダー観測において、しばしば強い地形性クラッターエコー(山や建物からのエコー)が観測の障害となることがある。クラッター抑圧法としてNC-DCMP (Norm Constrained-Directionally Constrained Minimum Power)法が提案され、MUレーダーの25チャンネル受信データに適用し、効果があることが実証されている[Nishimura et al., JTech., 2012]。NC-DCMP法によるクラッター抑圧処理をMUレーダーのオンライン処理システムとして実装することにも成功した[Hashiguchi et al., Radio Sci., 2018]。しかし、この方法では若干メインローブにも影響を与えるため、大気エコーのS/Nが劣化するという問題がある。そこで本研究では、水平方向に指向性を有する受信専用の外付けアンテナを用いて、S/N劣化の少ないクラッター抑圧手法について研究した。

MUレーダーアンテナ周辺に、ターンスタイルアンテナを4基設置した。アンテナからの信号を、リミッター、BPF、LNAを通して増幅した後、MUレーダー観測室まで同軸ケーブルを引き、観測室でLNAでさらに増幅した後、中間周波数(5MHz)にダウンコンバートし、MUレーダー受信システムに入力した。幸い、MUレーダーの超多チャンネル受信システムには4つの空きチャンネルがあるので、それを利用した。

従来のクラッター抑圧法である25チャンネルの受信データを独立に使用したNC-DCMP法と、25チャンネルを単純合成したものと外付けアンテナ4チャンネルでNC-DCMP法を適用したものを比較した。前者では大気エコーのS/Nが劣化することがあるが、後者では25チャンネル単純合成によりメインローブ形状が保証されるので、S/N劣化は見られなかった。クラッター抑圧特性は、後者では抑圧できる場合と抑圧が十分でない場合があった。これは、現在の外付けアンテナ設置場所が北側に偏っているため、クラッター源が南側にある場合に抑圧が難しいと考えられる。

インドネシア共和国の西スマトラに建設が計画されている赤道MUレーダーは、八木アンテナ19本を1群とする55群構成で、各群からの受信信号を独立に取得可能なシステムが提案されている。受信機のチャンネル数は64とする予定である。本研究の成果は、この赤道MUレーダーにも適用可能である。

キーワード：大気レーダー、クラッター抑圧、ウエイトノルム拘束付DCMP法、MUレーダー
Keywords: Atmospheric radar, Clutter rejection, NC-DCMP method, MU radar

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Detached cusp aurora for southward IMF

*高須 浩平[1]、田口 聡[1]、細川 敬祐[2]
*Kohei Takasu[1], Satoshi Taguchi[1], Keisuke Hosokawa[2]

1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地球物理学教室、2. 電気通信大学大学院情報理工学研究科
1. Department of Geophysics, Graduate School of Science, Kyoto University, 2. Department of Communication Engineering and Informatics, University of Electro-Communications

A poleward-moving aurora is a typical phenomenon in the dayside cusp of the high-latitude ionosphere. This aurora usually originates near the equatorward boundary of the cusp, and diminishes near the poleward boundary of the persistent cusp auroral emissions. In this study we have examined faint poleward-moving auroras that are detached from the persistent cusp emissions by analyzing 630-nm aurora image data from an all-sky imager at Longyearbyen, Svalbard, and precipitating electron data from DMSP spacecraft. These auroras occur for southward IMF, and are located at latitudes higher than 80 MLAT. The intensities are very weak (less than 1 kilo Rayleigh). The result of the analysis shows that the speed of the auroral motion is 1 to 2 km/s, which is faster than typical convection speed in the dayside polar cap. We show the similarities and differences between the faint aurora and the typical poleward moving cusp aurora, and discuss how soft electron precipitation occurs in the region that is well separated from the cusp.

キーワード：オーロラ、カスプ、プラズマ対流、惑星間空間磁場
Keywords: Aurora, cusp, plasma convection, IMF

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Motion of the inverted-V structure during an isolated substorm

*田中 杜雄[1]、田口 聡[1]、高須 浩平[1]、大井川 智一[1]、細川 敬祐[2]
*Morio Tanaka[1], Satoshi Taguchi[1], Kohei Takasu[1], Tomokazu Oigawa[1], Keisuke Hosokawa[2]

1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地球物理学教室、2. 電気通信大学大学院情報理工学研究科
1. Department of Geophysics, Graduate school of science, Kyoto University, 2. Department of Communication Engineering and Informatics, University of Electro-Communications

The inverted-V is an energetic electron precipitation event, which can be seen as a V-shape structure in electron flux spectrograms, and causes intense auroral arcs. Previous studies have suggested that the inverted-V structure can move fast poleward or equatorward. However, we still do not understand what drives its motion. In this study we have investigated the detailed characteristics of an inverted-V structure moving poleward, which occurred during an isolated substorm, using simultaneous observations of auroras, precipitating electrons, and field-aligned currents. We analyzed aurora data (630-nm and 557.7-nm) from an all-sky imager at Longyearbyen, Svalbard, and precipitating electrons and magnetic field data from the DMSP spacecraft (F16, F17, F18, F19). One of the interesting characteristics of the poleward-moving inverted-V is the appearance of a downward field-aligned current equatorward of and adjacent to the inverted-V. We discuss how the region of the downward field-aligned current evolves in association with the motion and growth/decay of the inverted V structure, and possibility of a role of the downward field-aligned current for the latitudinal motion of the inverted V.

キーワード：沿磁力線電流、オーロラ、inverted-V、isolated substorm
Keywords: Field-aligned current, aurora, inverted-V, isolated substorm

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Observation and modeling of Na layer response to energetic particle precipitation

*津田 卓雄[1]、滝沢 響吾[1]、戸津 亮[1]、川原 琢也[2]、田中 良昌[3]、江尻 省[3]、西山 尚典[3]、中村 卓司[3]
*Takuo T. Tsuda[1], Kyogo Takizawa[1], Ryo Tozu[1], Takuya Kawahara[2], Yoshimasa Tanaka[3], Mitsumu K. Ejiri[3], Takanori Nishiyama[3], Takuji Nakamura[3]

1. 電気通信大学、2. 信州大学、3. 国立極地研究所
1. The University of Electro-Communications, 2. Shinshu University, 3. National Institute of Polar Research

Metallic layers, such as Na, Fe, Mg, K, and Ca layers, exist in the mesosphere and lower thermosphere (MLT). The height range of the MLT region corresponds to the ionospheric *D* and *E* regions, and in the polar region energetic particles precipitating from the magnetosphere can often penetrate into the *E* region and even into the *D* region. Therefore, the influence of energetic particles on the metallic layers is of interest regarding changes in atmospheric composition accompanied by auroral activity or geomagnetic activity.

In this study, we have performed a statistical investigation on relationship between Na density and cosmic noise absorption (CNA), which were obtained from 2000 to 2002 at Syowa Station, Antarctic (69.0ºS, 39.6ºE). From the investigation, we found the Na density decrease in accordance with the CNA increase, i.e., increase in the energetic particle precipitation. In the presentation, we will show these observational results, and discuss causality about the observed relationship based on numerical caculations using our Na chemistry model.

キーワード：Na層、高エネルギー降下粒子、昭和基地、Na化学モデル
Keywords: Na layer, Energetic particle precipitation, Syowa Station, Na chemistry model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Lidar data analysis of the sodium atoms in the thermosphere observed at Tromsoe, Norway

*川原 琢也[1]、野澤 悟徳[2]、斎藤 徳人[3]、津田 卓雄[4]、高橋 透[5]、川端 哲也[2]、西村 美紀[1]、小林 允隆[1]
*Takuya Kawahara[1], Satonori Nozawa[2], Norihito Saito[3], Takuo T. Tsuda[4], Toru Takahashi[5], Testuya Kawabata[2], Miki Nishimura[1], Yoshitaka Kobayashi[1]

1. 信州大学 学術研究院工学系、2. 名古屋大学 宇宙地球環境研究所、3. 理化学研究所 光量子工学研究センター、4. 電気通信大学、5. 国立極地研究所
1. Faculty of Engineering, Shinshu University, 2. ISEE, Nagoya University, 3. RIKEN, Center for Advanced Photonics, 4. The University of Electro-Communications, 5. National Institute of Polar Research

Distribution of low-density Na atoms in the thermosphere is interesting because of the capability of measuring neutral temperature and wind into the lower thermosphere up to 140 km. The thermospheric Na atoms significantly made the altitude range of Na lidar measurements expanded from the 80–105 km to 80–140 km, covering almost the entire E region (Liu et al., GRL, 2016).

The measurements of wind and temperature by a Na lidar in the northern mesosphere (80-105 km) at Tromsoe, Norway (69.6˚N, 19.2˚E) have been carried out in Polar winter season since 2010. However, thermospheric Na has not been seen in our data so far. This is because the automatic analysis program calculates the background signal level using the 140-150 km signals which possibly include a small amount of thermospheric Na signal. Deriving thermospheric Na is done by lowering the background signal level to emphasize thermospheric Na signals. The data at the new moon are selected which have a low background signal. Also, we calculated signal intensity from the Na atoms in the thermosphere based on our lidar parameters such as laser power, a telescope aperture area etc. by using the lidar equation. The results are summarized as follows. (1) Assuming that the Na density is 10 /cm^3, the signal from the Na atoms between 120 and 140 km is expected 300-400 photons, (2) The background signal observed is about 4,400 counts which means the noise level is about 220. So the signal intensity from the Na is nearly comparable to the noise level. (3) Thermospheric Na was not clearly seen in the re-calculated data. However, it depends on the smoothing technique to the original lidar data.

In this talk, we show the results derived by varying the binning time and discuss it.

キーワード：ナトリウムライダー、熱圏、トロムソ
Keywords: Na lidar, thermosphere, Tromsoe

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北欧に展開された流星レーダーによる両極性拡散係数の異常増大の時間・空間分布の研究

Spatial-temporal distribution of anomalous enhancement of ambipolar diffusion coefficient observed by meteor radars installed in the polar region

*高橋 透[1]、堤 雅基[1,2]、小川 泰信[1,2,3]、野澤 悟徳[3]、Hall Chris[4]、宮岡 宏[1,2]
*Toru Takahashi[1], Masaki Tsutsumi[1,2], Yasunobu Ogawa[1,2,3], Satonori Nozawa[3], Chris Hall[4], Hiroshi Miyaoka[1,2]

1. 国立極地研究所、2. 総合研究大学院大学、3. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、4. ノルウェー北極大学TGO
1. National Institute of Polar Research, 2. SOKENDAI, 3. Institute for Space-Earth Environmental Research, 4. TGO, The Arctic University of Norway

流星レーダーは高度75-100 kmの流星飛跡からの反射波を観測し、そのドップラーシフトから風速測定を推定している(Hall et al., 2005)。それに加えて、反射波の強度減衰から両極性拡散係数も推定することができる。両極性拡散係数はイオン温度と電子温度に依存する係数ではあるが、イオンと電子が中性大気と衝突を介してほぼ熱平衡状態にあると考えられるため、中性大気温度を推定する情報源として活用されている。しかし、近年、国立極地研究所と名古屋大学の研究グループによってノルウェー・トロムソ（北緯69.6度、東経19.2度）に設置された流星レーダーで中性大気温度変動では説明できないほどの両極性拡散係数の増大現象（以下、異常増大）が見出された。

これまでの研究では、トロムソ流星レーダーで観測された異常増大とEISCAT(European Incoherent Scatter)レーダーで観測されたイオン速度及びイオン・電子温度とを比較した（堤他, 平成28年度大気圏シンポプロシーディングス, 2017）。これによると、イオン速度と電子温度の増大と同時に異常増大が観測されるケースが多く、特に16 UTに集中して異常増大が発生していることが分かっている。また、1例ではあるが高エネルギー粒子の降り込みとの比較も行われた。2012年11月17日に発生した高エネルギー粒子の降り込みイベント時には異常増大は観測されなかった。これらのことから高エネルギー粒子の降り込みは異常増大の生成に大きく寄与をしていないものと考えられる。以上のように異常増大の基本的な描像は理解されつつあるが、トロムソの1地点の観測データでしか調査が行われていないため、その生成メカニズムの理解は未だ不十分である。異常増大のメカニズムを理解するためには異常増大の広域観測データと対流電場などのグルーバルな現象とを比較する必要がある。しかし、極域の広範囲において、両極性拡散係数の異常増大が発生しやすい緯度帯及び時間帯の知見は、これまでに得られていない。

北極域ノルウェー・トロムソ、ベアアイランド（北緯74.5度、東経19.0度）、ロングイヤビン（北緯78.2度、東経16.2度）には流星レーダーがほぼ同一経度線上設置されており、異常増大の空間分布の導出が可能である。これらの3つの流星レーダーは、アンテナはノルウェー北極大学製、コントロール系がATRAD製である(Nozawa et al., 2012, JGR; Hall et al., 2002, GRL, Hall et al., 2006, JASTP)。本研究ではこの3つの流星レーダーを使って異常増大の空間分布及び発生確率の空間分布を導出した。トロムソ、ベアアイランド、ロングイヤビンのそれぞれの観測点において、20-22, 19-21, 16-19 MLT（~UT+3）に発生頻度の極大が現れており、高緯度ほど異常増大が早い時間帯にピークを持っていた。また、この発生確率のピークはベアアイランのみで朝側2-6 MLTにも見られた。

地磁気活動度で発生確率を分類すると、Kp>３の時の夕側の異常増大の発生頻度のピーク時間が17-21, 15-19, 12-16 MLTと早い時間に異常増大の発生頻度のピークがシフトすることがわかった。また、3つの観測点すべてで朝側にも発生確率のピークが出現し、それぞれの観測点で3-5, 4-8, 7-10 MLTとなり、夕側とは反対に低緯度から順にピークを迎えることが分かった。さらに、トロムソ天頂から約100 km低緯度側では19-21 MLTに約90%高い確率で異常増大が発生していた。地磁気活動度が活発な時に見られるこの特徴は対流電場の

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地磁気活動依存性と良い一致をする。
　この一方で、地磁気擾乱時に朝側に見られる異常増大の発生頻度のピークは夕方側に比べて低い。これは、強い電場とともに出現するアーク状のオーロラが主に夕側付近に出現し、朝側では強い電場を伴わない脈動オーロラやパッチ状のオーロラが主に出現することに関連していると考えられる。即ち、異常増大は対流電場とオーロラの双方に影響を受け出現していると考えられる。
　本発表では、異常増大の緯度分布、磁気地方時、地磁気活動度依存性についての解析結果を述べるとともに、EISCATレーダーとESRによって観測された電場強度との定量的な比較についても報告する予定である。

キーワード：流星レーダー、トロムソ、EISCATレーダー
Keywords: meteor radar, Tromsø, EISCAT radar

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Progress of ICSWSE and MAGDAS project in recent years

*阿部 修司[1]、吉川 顕正[2,1]、魚住 禎司[1]、藤本 晶子[3]
*Shuji Abe[1], Akimasa Yoshikawa[2,1], Teiji Uozumi[1], Akiko Fujimoto[3]

1. 九州大学 国際宇宙天気科学・教育センター、2. 九州大学 大学院理学研究院 地球惑星科学部門、3. 九州工業大学
1. International Center for Space Weather Science and Education, Japan, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, 3. Kyushu Institute of Technology

International Center for Space Weather Science and Education (ICSWSE), Kyushu University is the research institute for conducting research and education in space weather. Our magnetometer array named as "MAGDAS/CPMN (MAGnetic Data Acquisition System/Circum-pan Pacific Magnetometer Network)" (Principal Investigator: Dr. A. Yoshikawa) has over seventy fluxgate magnetometers, one induction magnetometer, and four FM-CW (Frequency Modulated Continuous Wave) radars around the world. One of our recent research topics is Equatorial Electrojet (EEJ). We calculate EE-index (Uozumi et al, 2008; Fujimoto et al., 2016) for space weather nowcast/forecast using realtime magnetometer data along the magnetic equator, and update it at each hour on the website (http://data.icswse.kyushu-u.ac.jp/eeindex/). To accelerate the understanding of EEJ structure, we constructed dense magnetometer array near magnetic equator at Peru and Malaysia in recent year. In addition, we finished to install new FM-CW radar at Sicaya, Peru. The instrument works well current now. We are providing our observational information and data including old project via our website (http://data.icswse.kyushu-u.ac.jp/). We also provide them via IUGONET (Inter-university Upper Atmosphere Observation NETwork) Type-A (http://search.iugonet.org/) which is one-stop web service system for researchers to search data, get the information of data, and plot data, and SPEDAS (Space Physics Environment Data Analysis System)/UDAS (iUgonet Data Analysis System). We will provide them via SuperMAG (http://supermag.jhuapl.edu/) in the near future. For accelerating the usage of MAGDAS and its science, we held a tutorial session in International Conference on Space Weather and Satellite Application 2018 at Malaysia, for handling MAGDAS and other data related our research field by using IUGONET system. We believe researchers use MAGDAS data on proper rule and develop their science. We will introduce other research activities in ICSWSE and MAGDAS project, for example, plasma bubble, geomagnetically induced current, and so on.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Status of GNU Radio Beacon Receiver 2 (GRBR2) development

*山本 衛[1]、松永 真由美[2]、Tsunoda Roland[3]
*Mamoru Yamamoto[1], Mayumi Matsunaga[2], Roland Tsunoda[3]

1. 京都大学生存圏研究所、2. 東京工業大学、3. SRI International
1. Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, 2. Tokyo University of Technology, 3. SRI International

GNU Radio Beacon Receiver (GRBR) is the very successful digital receiver developed for dual-band (150/400MHz) beacon experiment. We were successfully conducted observations of total-electron content (TEC) of the ionosphere over Japan and in southeast Asia. However, many beacon satellites is now aging, and its number is decreasing. We now have a project to start new satellite-ground beacon experiment with new satellite constellations. One of them is TBEx (Tandem Beacon Explorer), a project by SRI International, to fly a constellation of two 3U cubesats with triband beacon transmitters. Another one is a project of FORMOSAT-7/COSMIC-2 by Taiwan/USA. Well-known mission of COSMIC-2 is GNSS occultation experiment, but the satellites carry triband beacon transmitters. All of these satellites will be placed into low-inclination orbits by the same launch vehicle in 2018, which will give us great opportunities to enhance studies of the low-latitude ionosphere. We develop a new digital receiver, GRBR2, for these new satellite beacon. GRBR2 is a four channel receiver at 150/400/965/1067MHz beacon signals from two satellite constellations. Now The reveiver system was finally fixed. Problem of the project of delay of the satellite launch. But it is now on schedule for launch by 2019 summer. We start deploying GRBR2 in southeast Asian countries. In this presentaiton, we will report GRBR2 system and its performance including results from test experiment in the field.

キーワード：衛星ビーコン観測、ディジタル受信機開発、全電子数
Keywords: Satellite beacon experiment, Digital receiver development, Total electron content

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Statistical comparison between plasma bubble day-to-day variability and neutral atmosphere by using GPS scintillation and GAIA model

*山本 衛[1]、河野 恵悟[1]
*Mamoru Yamamoto[1], Keigo Kono[1]

1. 京都大学生存圏研究所
1. Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University

Equational plasma bubble is one of the most intense irregularities in the ionosphere. The occurrence of the plasma bubble is considered related to weak changes of the underlying atmosphere which is called large-scale wavelike structure (LSWS). The LSWS is expected formed by penetration of the atmospheric wave into the ionosphere. But its real effect is not yet known in detail. The purpose of this research is to investigate the correlation between the neutral atmosphere and day-to-day variability of equatorial plasma bubbles mainly in the Southeast Asia region. We based on the study by Yamamoto et al (2018) that showed relationship between 40-km height temperature variation and S4 index over Kototabang, Indonesia. In this study we tried to extend the observation region and also tried to elucidate atmospheric waves that are related to the plasma bubble. For indicating activity of the plasma bubble, we used S4 index of GPS scintillation measured by ISEE, Nagoya Univ. at Kototabang, Indonesia. Atmospheric data were taken from GAIA database prepared by NICT. We analyzed data from 2003, 2004, 2012, and 2013 where the solar activity was high. Overall correlation between S4 index and the atmospheric temperature showed similar feature throughout these years. However, even when we tried to extract atmospheric wave components from the GAIA data, the correlation between the wave parameter to S4 index did not show large change. This means that the elucidation of the atmospheric wave component was not very successful so far. Further analyses are required.

Reference
Yamamoto, M., Y. Otsuka, H. Jin, Y. Miyoshi (2018) Relationship between day-to-day variability of equatorial plasma bubble activity from GPS scintillation and atmospheric properties from GAIA assimilation, Progress in Earth and Planetary Science, Vol. 5, page 26, doi: 10.1186/s40645-018-0184-7.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Redevelopment of the MU radar transceiver-module control system

*山本 衛[1]、黒川 浩規[1]、橋口 浩之[1]
*Mamoru Yamamoto[1], Koki Kurokawa[1], Hiroyuki Hashiguchi[1]

1. 京都大学生存圏研究所
1. Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University

The MU radar was installed in Shigaraki, Japan in 1984 as the world first atmospheric radar with active phased-array antenna system. The MU radar consists of 475 Yagi antennas in the circular field of about 100m diameter. By the electronic phase shift of each Yagi, the antenna beam is steered to one of pre-selected 2048 directions in the transmitting pulse-to-pulse basis. Success of the MU radar in the atmospheric/ionospheric research is well known, and its active phased-array configuration was followed by many other radar systems. The phase control of the MU radar is realized by the control of its transceiver-module (TR-module) that are equipped with each Yagi antenna. They are gathered into 25 groups of each 19 modules. One CPU (microcomputer board) is used for control of one group of modules. A weak point of the MU radar exists in this point because we are using the original 8085 CPU board that is connected to the host computer by 1200-baud (!) serial line. This control is very slow, and we could not meet demands for rapid change of observation parameters for long time. This time we tried to re-develop the new TR-module controller by using recent CPU board and electronic devices. In the presentation, we show hardware/software of the newly developed prototype of the MU radar TR-module controller.

キーワード：MUレーダー、制御システ、再開発
Keywords: MU radar, control system, redevelopment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_3

[P-EM16] 大気圏・電離圏

コンビーナ:大塚 雄一(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、津川 卓也(情報通信研究機構)、川村 誠治(国立研究開発法人 情報通信研究機構)

本セッションでは、対流圏から熱圏にいたる地球大気中における種々の物理・化学過程、および大気上端の領域である電離圏・中間圏・熱圏における中性大気と電離大気の相互作用やエネルギー収支、力学、化学過程を議論する。磁気圏あるいは各大気層との上下結合に関する話題も広く歓迎する。これらの領域において生じる各種の現象に関して、衛星・ロケット観測や地上の電波・光学観測等に基づく研究成果と、数値シミュレーションや理論研究成果、及び新しい観測装置の開発に関する研究などについて総合的な議論を深める。

[PEM16-P01] サブストームとオーロラブレイクアップ時のGPS位相シンチレーションの時空間変動

*Prikryl Paul[1,2]、Weygand James[3]、Ghoddousi-Fard Reza[4]、Jayachandran P. Thayyil[1]、Themens David[1]、McCaffrey Anthony[1]、Kunduri Bharat[5]、Spanswick Emma[6]、Zhang Yongliang[7]、行松 彰[8] (1.ニューブランズウィック大学物理学部、2.カナダ天然資源地磁気研究所、3.Earth Planetary and Space Sciences, University of California、4.Canadian Geodetic Survey, Natural Resources Canada、5.Bradley Dept. of Electrical and Computer Engineering, Virginia Tech、6.Dept. of Physics and Astronomy, University of Calgary、7.Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory、8.国立極地研究所)

[PEM16-P02] SuperDARN北海道-陸別レーダーによるSAPSイベントの発生特性の研究

*大矢 健斗[1]、西谷 望[1]、堀 智昭[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

[PEM16-P03] Spectral investigations of near infrared aurora and airglow at 1.0-1.6 microns: 1-year ground-based imaging spectroscopic observation at Syowa station (69.0°S, 39.6°E)

*西山 尚典[1]、坂野井 健[2]、田口 真[3]、鈴木 秀彦[4] (1.国立極地研究所、2.東北大学大学院 理学研究科附属 惑星プラズマ・大気研究センター、3.立教大学理学部、4.明治大学理工学部物理学科)

[PEM16-P04] The study of the lower ionosphere in the South Atlantic Anomaly (SAA) Region

*Chih-Yu Chiang[1]、Tzu-Fang Chang[2,1]、Sunny W. Y. Tam[1] (1.Institute of Space and Plasma Sciences, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan、2.Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, Japan)

[PEM16-P05] Multi-GNSS observation of LSTID in Japan and its link with auroral activities

*橋本 繭未[1]、日置 幸介[1] (1.北海道大学)

[PEM16-P06] Ba/Sr放出ロケット実験に向けた人工発光雲座標の精密解析法の基礎開発

*渡邊 太郎[1]、山本 真行[1]、柿並 義宏[2] (1.高知工科大学、2.北海道情報大学)

[PEM16-P07] MSTIDに伴う中性大気密度とプラズマ密度の変動

*鈴木 臣[1]、Jaeheung Park[2]、大塚 雄一[3]、塩川 和夫[3]、Liu Huixin[4]、Hermann Luehr[5] (1.愛知大学地域政策学部、2.Korea Astronomy and Space Science Institute、3.名古屋大学宇宙地球環境研究所、4.九州大学理学研究院地球惑星科学専攻 九州大学宇宙空環境研究センター、5.Helmholtz Centre Potsdam, GFZ, German Research Centre for Geosciences)

[PEM16-P08] ロケットによる電離圏TEC変動解析

*武川 毅[1]、中田 裕之[1]、大矢 浩代[1]、鷹野 敏明[1]、津川 卓也[2]、西岡 未知[2] (1.千葉大学大学院融合理工学府、2.情報通信研究機構)

[PEM16-P09] H-IIA ロケット打ち上げに伴う電離圏変動の解析

*山﨑 淳平[1]、中田 裕之[1]、大矢 浩代[1]、鷹野 敏明[1]、細川 敬祐[2]、冨澤 一郎[2] (1.千葉大学大学院工学研究院、2.電気通信大学大学院情報理工学研究科)

[PEM16-P10] Explosion energy derived from the 2015 Kuchinoerabujima eruption: Estimation from infrasound less than 0.01 Hz detected by barometers, seismometers, and TEC

*中島 悠貴[1]、西田 究[1]、青木 陽介[1]、日置 幸介[2] (1.東京大学地震研究所、2.北海道大学理学研究院自然史科学専攻)

[PEM16-P11] 機械学習を用いたイオノグラムにおけるスプレッドFの検出

*中田 裕之[1]、後藤 佑太[2]、大矢 浩代[1]、鷹野 敏明[1] (1.千葉大学大学院工学研究院、2.千葉大学工学部電気電子工学科)

[PEM16-P12] 観測ロケット搭載のためのGNSS-TEC受信機の性能評価

*奥村 誠[1]、芦原 佑樹[1] (1.奈良工業高等専門学校)

[PEM16-P13] ISS-IMAP/VISI観測による大気光擾乱とプラズマバブル発生との関係性について

*岡田 凌太[1]、齊藤 昭則[1]、池田 孝文[1]、品川 裕之[2]、津川 卓也[2]、坂野井 健[3] (1.京都大学大学院理学研究科地球物理学教室、2.国立研究開発法人情報通信研究機構、3.東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター)

[PEM16-P14] GAIAを用いた赤道プラズマバブルの発生・成長を支配するパラメータの解析

*品川 裕之[1]、陣 英克[1]、三好 勉信[2]、藤原 均[3]、横山 竜宏[4]、大塚 雄一[5] (1.国立研究開発法人情報通信研究機構、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3.成蹊大学理工学部、4.京都大学、5.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

[PEM16-P15] 中緯度スポラディックE層が有する不均一構造に関する３次元数値モデルの開発

*安藤 慧[1]、齊藤 昭則[1]、品川 裕之[2]、宮崎 真一[1] (1.京都大学大学院理学研究科、2.国立研究開発法人情報通信研究機構)

[PEM16-P16] ハワイで得られた大気光画像中に見られる中間圏・電離圏波動の水平位相速度分布の統計解析

*内藤 豪人[1]、塩川 和夫[1]、大塚 雄一[1]、坂野井 健[2]、齊藤 昭則[3]、中村 卓司[4] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター、3.京都大学大学院理学研究科地球物理学教室、4.国立極地研究所)

[PEM16-P17] ISS-IMAP VISI による観測データを用いた中間圏 OH 温度の推定

*村上 涼[1]、齊藤 昭則[1]、坂野井 健[2]、穂積 裕太[3] (1.京都大学、2.東北大学、3.電気通信大学)

[PEM16-P18] 中間圏界面におけるNOx・HOx光化学過程の全大気大循環モデルへの導入

*三好 勉信[1]、藤原 均[2] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.成蹊大学理工学部)

[PEM16-P19] 中間圏大気組成変動機構の解明を目指したラグランジュ型化学輸送モデルの開発

*中西 慎吾[1]、長浜 智生[1]、水野 亮[1]、中島 拓[1]、石島 陸[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

サブストームとオーロラブレイクアップ時のGPS位相シンチレーションの時空間変動

Temporal and spatial variation of GPS phase scintillation during substorms and auroral breakups

*Prikryl Paul[1,2]、Weygand James[3]、Ghoddousi-Fard Reza[4]、Jayachandran P. Thayyil[1]、Themens David[1]、McCaffrey Anthony[1]、Kunduri Bharat[5]、Spanswick Emma[6]、Zhang Yongliang[7]、行松 彰[8]

*Paul Prikryl[1,2], James M. Weygand[3], Reza Ghoddousi-Fard[4], P. Thayyil Jayachandran[1], David R. Themens[1], Anthony M. McCaffrey[1], Bharat S. R. Kunduri[5], Emma Spanswick[6], Yongliang Zhang[7], Akira Sessai Yukimatu[8]

1. ニューブランズウィック大学物理学部、2. カナダ天然資源地磁気研究所、3. Earth Planetary and Space Sciences, University of California、4. Canadian Geodetic Survey, Natural Resources Canada、5. Bradley Dept. of Electrical and Computer Engineering, Virginia Tech、6. Dept. of Physics and Astronomy, University of Calgary、7. Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory、8. 国立極地研究所
1. Physics Department, University of New Brunswick, Fredericton, NB, Canada, 2. Geomagnetic Laboratory, Natural Resources Canada, Ottawa, ON, Canada, 3. Earth Planetary and Space Sciences, University of California, Los Angeles, CA, USA, 4. Canadian Geodetic Survey, Natural Resources Canada, Ottawa, ON, Canada, 5. Bradley Dept. of Electrical and Computer Engineering, Virginia Tech, USA, 6. Dept. of Physics and Astronomy, University of Calgary, AB, Canada, 7. Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, Laurel, MD, USA, 8. National Institute of Polar Research, Tokyo, Japan

高エネルギー粒子の降込みによって生じる電離圏構造の変化はGPS観測に悪影響を及ぼし、位相シンチレーションおよびサイクルスリップ（ロックの喪失）を引き起こす可能性がある。GPS位相シンチレーションは、オーロラの強度と、特にオーロラの明るさの急激な変化と相関する [1,2,3]。夜側下向き領域1電流におけるサブストーム拡大期にみられる全電子量（TEC）の増大は、降下粒子フラックスの増加と関連しているように思われる[4]。このようなTECの増大は、サブストームとオーロラブレイクアップの直後に最も強い位相シンチレーションを発生させる。 位相シンチレーションは、カナダ高緯度北極電離圏観測網（CHAIN）からの特殊なGPSシンチレーション受信機によって50Hzのサンプリングレートで取得されたデータから求められる。プロキシシンチレーション指数は、1Hzサンプルの測地学的精度のGPS受信機の二重周波数測定から得られる。これには、カナダ測地調査所(CGS)によって広域に設置され、準実時間で監視されるRT-IGS観測網の受信機が含まれる。TECと位相シンチレーションの時空間変化について、球面基本電流系（SECS）法を用いて[5,6]、地上磁力計観測網から導出される等価電離圏電流との関連から研究し、位相シンチレーションとオーロラ発光の関係についても調べる。一般的に、GPS位相シンチレーションは、強い西向きの電流ジェットの領域内および東向きの電流ジェットの極側境界に沿って発生する。サブストームとオーロラブレイクアップに続いて、TECの増大に伴う強い位相シンチレーションは、主にHarang不連続領域乃至その近傍の、上向き領域2電流域、もしくは、下向き領域1電流の赤道側境界に投影される[7]。

キーワード：高緯度電離圏、GPS TECと位相シンチレーション、電離層電流
Keywords: High-latitude ionosphere, GPS TEC and phase scintillation, Ionospheric currents

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

SuperDARN北海道-陸別レーダーによるSAPSイベントの発生特性の研究
Statistical study of SAPS occurrence characteristics using the SuperDARN Hokkaido HF radar

*大矢 健斗[1]、西谷 望[1]、堀 智昭[1]
*Kento Oya[1], Nozomu Nishitani[1], Tomoaki Hori[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

オーロラ発光領域より低緯度側に位置するサブオーロラ帯における、電離圏での速い西向きのプラズマの流れを一般に、Sub-Auroral Polarization Stream (SAPS) という。これまでの研究によって、SAPSの発生メカニズムや統計的特徴は徐々に解明されてきている。特に、SAPSの特性や形態についての研究では、その発生確率・位置が、地磁気活動と強い関連をもっており、サブオーロラ帯における電子密度の変動はSAPSに大きな影響を与えるということが報告されている。

しかし、多くの研究では北アメリカ付近でのSAPSの傾向や様子を報告しているにすぎず、グローバルな広い視点においてどのような様子を示しているかは未だ解明されていない。そこで本研究は先行研究よりも低緯度に位置する日本付近のSAPSの統計解析を行うことでSAPSのグローバルな位置や発生しやすい時刻の傾向を捉え、先行研究で行った高緯度地域と、本研究における低緯度地域での比較を行うことで、SAPSのグローバルな予測モデル構築に貢献することが期待される更なる広い地域におけるSAPSの理解に繋げていく。

本研究では、2006年11月より稼働しているSuperDARN北海道-陸別短波レーダーを用いて、2007年1月1日から2016年12月31日までの10年間に及ぶデータを統計的に解析し、SAPSと考えることのできる電離圏プラズマ流の発生確率をMLT, MLATごとに調べた。本研究では、視線方向速度とエコーパワーのみに下記のような閾値を定め、さらに西向きプラズマ流であると仮定したうえで、SAPSイベントを同定した。

①LOS(Line Of Sight) velocity > 80 m/s　②Echo Power > 3 dB

結果としては、SAPSの基本的特徴といえる、夕方側から夜側に向かうにつれて発生緯度が低下する点や、地磁気活動の活発化に伴う低緯度化とともに、全体的な発生緯度の底上げや地磁気活動の上昇とともに発生する時間帯が遅くなるという、先行研究とは異なる特徴が現れることがわかった。さらに、北米レーダーでは設置場所による観測緯度範囲の制限のため捉えきることのできなかった、深夜から朝にかけて磁気緯度55°以下で見えるフローを捉えることに成功するなど、先行研究では結論付けられていなかったような新しいSAPSの特徴が示唆される。この結果はSAPSのグローバルな位置や発生緯度、さらには時間変化の理解のために不可欠であり、SAPSの予測モデル構築への寄与が期待される。

キーワード：電離圏-磁気圏相互作用、SAPS、SuperDARN、地磁気活動
Keywords: magnetosphere-ionosphere coupling, SAPS, SuperDARN, geomagnetic activity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Spectral investigations of near infrared aurora and airglow at 1.0-1.6 microns: 1-year ground-based imaging spectroscopic observation at Syowa station (69.0˚S, 39.6˚E)

*西山 尚典[1]、坂野井 健[2]、田口 真[3]、鈴木 秀彦[4]
*Takanori Nishiyama[1], Takeshi Sakanoi[2], Makoto Taguchi[3], Hidehiko Suzuki[4]

1. 国立極地研究所、2. 東北大学大学院 理学研究科附属 惑星プラズマ・大気研究センター、3. 立教大学理学部、4. 明治大学理工学部物理学科
1. National Institute of Polar Research, 2. Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Tohoku University, 3. Rikkyo University, 4. Department of Physics, Meiji University

The motivation of this study is further understanding of dayside magnetosphere and terrestrial atmosphere coupling system by using continuous observation. Dayside aurora, polar patch, and airglow should be key phenomena for the understanding. In particular, those phenomena in near infrared (NIR) wavelength are crucially important because lower background sky luminosity by Rayleigh scattering may allow us to conduct ground-based optical observation even in dayside. Continuous dayside optical monitoring with high temporal and spatial resolutions in aurora region and cusp give us a clue to understanding of substorm pre-onset sequences at cusp region, magnetopause dynamics related to solar wind shocks, and wave-particle interactions due to electromagnetic ion cyclotron waves and whistler mode chorus. However, NIR aurora has a total lack of its spectral information with enough resolution to make a feasibility study in comparison to that in visible wavelength.

We designed a narrow field spectrometer with medium-high spectral resolution that mainly consists of Czerny-Turner type imaging spectrometer (HORIBA, iHR320) with one entry port and two exit ports. This spectrometer has two mirrors and three diffractive gratings in a rotating turret. A toroidal mirror for collimating corrects for astigmatism so that the tangential (resolution optimized) and sagittal (imaging optimized) focal planes cross at the center of the focal plane. Another larger focus mirror allows the entire flat field to be used without vignetting. Collecting optics, equipped outside the spectrometer, are a gold coated off-axis parabolic mirror and a NIR longpass filter for removal of secondary diffracted light in visible wavelength. Using 1-d InGaAs array (1024 pixels) and 600 gr/mm grating, spectral range and spectral range per pixel are 119 nm and 0.11 nm/pixel, respectively.

We started ground-based spectroscopic observation in NIR wavelength ranging from 1.0 to 1.6 microns, which covers strong OH airglow emissions and auroral emissions in $N_2$1st Positive (1.2 microns) and N_2^+ Meinel (1.1 and 1.5 microns) [Jones 1974; Zhou et al., 2007], at Syowa Station (69.0˚S, 39.6˚E) in Antarctica from March 2018. OH airglow spectrum in NIR can be well resolved even in water vapor absorption region. OH rotational temperature is successfully estimated using OH 3-1 band P1(2) and P1(4) emissions. However, auroral emissions were not clearly identified at 1.52 micron (N2+ Meinel) so far. Further investigations are needed including 1.10 micron (N2+ Meinel) and 1.24 micron (N2 1P). In this presentation, we are going to report results in more detail based on one year observation.

キーワード：近赤外波長領域、分光観測、オーロラ、大気光、中間圏界面、南極
Keywords: Near Infrared, Spectral observation, Aurora, Airglow, Mesopause, Antarctica

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The study of the lower ionosphere in the South Atlantic Anomaly (SAA) Region

*Chih-Yu Chiang[1], Tzu-Fang Chang[2,1], Sunny W. Y. Tam[1]

1. Institute of Space and Plasma Sciences, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan, 2. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, Japan

South Atlantic Anomaly (SAA) corresponds to a region where the geomagnetic field is relatively weak; such a magnetic field enables energetic particles from the inner radiation belt to penetrate closer to the Earth's surface more easily, thus resulting in relatively high level of radiation in the environment. In this study, we analyze the nighttime airglows in 2007 to 2008 in the SAA region by using the data from the ISUAL (Imager of Sprites and Upper Atmospheric Lightning) experiment aboard the FORMOSAT-2 satellite. We focus specifically on the measurements by the six spectrophotometers and the CCD Imager, which overall cover the spectrum from ultraviolet to infrared wavelengths. Based on our analysis, features of clear enhancements and annual variations at 337 nm, 391.4 nm and 777.4 nm are identified in the SAA region. Through comparing these multiple-band emissions, we can identify energy variation of incident particles and atmospheric compositions of SAA region.

Keywords: South Atlantic Anomaly, SAA, airglow, ISUAL, FORMOSAT-2

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Multi-GNSS observation of LSTID in Japan and its link with auroral activities

*橋本 繭未[1]、日置 幸介[1]
*Mayumi Hashimoto[1], Kosuke Heki[1]

1. 北海道大学
1. Hokkaido University

Interaction between southward magnetic field in solar winds and the Earth’ s magnetosphere causes geomagnetic activities and auroral substorms. The auroral activity is associated with strong electric currents (auroral jet) within the auroral oval. This disturbs the geomagnetic field at high latitude region and is reflected in changes in the AE (Auroral Electrojet) index. At this time, atmospheric gravity waves, generated as a result of the heating of the atmosphere by electric currents, propagate toward the middle and low latitudinal regions and make Large-Scale Traveling Ionospheric Disturbances (LSTID). In this study, we observed ionospheric disturbance in Japan located in middle and low latitudes as the changes in TEC (Total Electron Content). Here we study the relationship between LSTID observed with multiple-GNSS (Global Navigation Satellite System), GPS, GLONASS, Galileo, and QZSS, and short-term changes in the high time resolution AE index time series.

In this study, we used the AE index one minute values from Kyoto University, World Data Center for Geomagnetism (wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp). As the GNSS observation point, we used Tsukuba (tskb), one of the IGS observation points in Japan with inter-frequency bias values available. To examine the relationship, we first identified the day when the AE index exceeded 2,000 nT between 2011 and 2017. Then, we converted the RINEX data files of tskb on these days to TEC, removed satellite and receiver biases, and converted them to vertical TEC (VTEC). We compared the AE index and VTEC for 22 cases, and the occurrences of LSTID were confirmed in 5 of them. In these cases, LSTIDs were observed 1 or 2 hours after the peak of the AE index. We estimated the propagation velocity in two ways, i.e. by calculating the time lag between the AE peak and LSTID arrivals in Japan and the distance between the auroral oval and Japan, and by comparing the times of TEC peaks within Japan. Both approaches showed the velocity of ~0.7 km/sec.

Since 2018 summer, the Japanese GNSS network started to track multiple GNSS including the Japanese Quasi-zenith Satellite System (QZSS) and to open the raw data on-line by RINEX 3.02 format. discuss the relationship LSTID and AE index. QZSS includes three satellites with quasi-zenith orbits (PRN01, 02, 03) and one satellite with geostationary orbit (PRN07). Generally speaking, GNSS-TEC data changes by the three reasons, (1) temporal change in ionosphere, (2) spatial change in ionosphere, and (3) apparent change by changes in satellite elevation angle. However, QZSS-TEC includes only (1), and useful in studying ionospheric disturbances without bothering about (2) and (3).

キーワード：大規模伝搬性電離圏擾乱、TEC、GNSS
Keywords: LSTID, TEC, GNSS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ba/Sr放出ロケット実験に向けた人工発光雲座標の精密解析法の基礎開発
Basic development of accurate analytical method in order to determine coordinates of artificial illuminating clouds of Barium and Strontium for chemical-release rocket experiments

*渡邊 太郎[1]、山本 真行[1]、柿並 義宏[2]
*Taro Watanabe[1], Masa-yuki Yamamoto[1], Yoshihiro Kakinami[2]

1. 高知工科大学、2. 北海道情報大学
1. Kochi University of Technology, 2. Hokkaido Information University

極域カスプにおける中性大気加熱現象の観測的裏付けを得るためにはカスプにおけるジュール加熱と電場のゆらぎを見積もる必要があり、それを達成するために太陽極端紫外光(EUV)により短時間でイオン化するBaと短時間にはイオン化しないSrを観測ロケットから放出し、Ba^+とSrの共鳴散乱発光をトレーサーとして地上2地点から観測し極域カスプにおけるプラズマドリフトと中性大気風を同時観測する日米共同のロケット実験Cusp Region Experiment 1(CREX-1) が2014年11月に行われたが、カスプ領域の観測は行えなかった。現在、CREX-1の結果と課題を踏まえ、2019 年 12 月にカスプ領域の観測を目指すCusp Region Experiment 2(CREX-2)、 The Joint Japan-U.S. Cusp Heating Investigation(CHI)の2 機の観測ロケットを用いた宇宙実験を計画中である.

将来目標として、次回実験に向けて一意に発光雲の動きを三次元的にトレースするアルゴリズム開発を目指し、本研究ではその基礎としてCREX-1の画像データを利用して人工発光雲座標の精密解析法の基礎開発を行った。

解析のはじめに、観測画像の輝度校正のために積分球を用いて行われたCREX-1光学観測系校正実験のRAW画像から校正用データを作成した。画像からイメージセンサに対するレンズ中心のズレとレンズの周辺減光特性を測定して、各条件における輝度代表値を決定するための画像中の平均範囲を決定した後、イメージセンサの露光特性を測定した。今回は、これまではJPEG画像からの解析を行なってきたが、無加工データの利用や輝度分解能向上を期待して新たにRAW画像を用いた解析手法の確立を目指し、JPEGとRAWの露光特性の比較を行った。次に、Sr発光雲1つに対して、輝度に対して線形補間内挿で画素間を補間した曲面および多項式近似を行なった曲面で最急降下法による最適化を行なって輝度極大を求めた。さらに手作業で決定した中心60点とその重心との比較を行い、これまで手作業で行われてきた中心決定作業を最適化で一意に行う事が可能か検討した。また、今後開発予定である画像中から発光雲を探索する処理においてノイズとなる背景光を除去するために背景光画像が必要だが、今回は同構図で背景のみの画像がなく、発光雲が写った画像を比較暗合成し背景光画像の作成を試みた。さらに、ターゲット画像と背景光画像の差の絶対値の総和を最小化する係数を最適化によって求め、これを用いて背景光の明るさの時間変化に追従する手法も試みた。

柿並 他(2015)によるJPEG画像から測定した露光特性と、今回解析したRAW画像の露光特性を比較すると、JPEGでは弓形のガンマ曲線となっているがRAW画像では線形となったことから、JPEG画像の露光特性は現像時の「味付け」だと考えられる。また最急降下法では、開始点8点すべてから同じ点に収束したことから一意に決定するという点では有効だと考えられる。ただし連続画像に対して発光雲を二次元トレースしたときの発光雲の軌跡は最急降下法と手作業ではあまり似ておらず、最急降下法で得られる点は真の中心ではない可能性がある。最後に、比較暗合成および背景光の明るさ変化に追従した背景光除去については、背景光とその勾配が効果的に除去でき、発光雲と星を抽出できたが、合成画像に発光雲の影が残り、除去時に発光雲の形状に影響を及ぼしていた。また、太陽高度が高くなると太陽方向で背景光が急激に明るくなり、低仰角の背景光が除去しきれなくなった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

結論として、RAW画像の利用により8 bitから14 bitの輝度分解能の向上のほか各色チャンネルの無加工データ抽出によるSN向上や線形の露光特性が得られるなど、数値解析におけるRAW画像の有用性が示された。発光雲の中心決定手法については、最急降下法は一意に極大を求められるが真の中心でない可能性があるため、今後別の手法を検討し、最適な手法を模索していく。背景光除去については、背景光勾配除去に対しては効果的であるが合成段で残る発光雲の影の影響が大きいという課題がある。この結果を踏まえて今後、最終的には発光雲の三次元トレースを行うアルゴリズムの開発を行っていく。

参考文献：
柿並義宏, 渡部重十, 山本真行, 木原大城, M. Conde, M.F. Larsen, カスプ領域でのバリウム・ストロンチウムを用いた熱圏風・プラズマドリフト計測，第 138 回地球電磁気・地球惑星圏学会講演会, 2015.

キーワード：観測ロケット、極域カスプ、中性大気風、プラズマドリフト、熱圏
Keywords: Sounding Rocket, Polar Cusp, Neutral Atmospheric Wind, Plasma Drift, Thermosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

MSTIDに伴う中性大気密度とプラズマ密度の変動
Neutral and plasma density perturbations in the top-/bottom-side ionosphere associated with MSTIDs

*鈴木 臣[1]、Jaeheung Park[2]、大塚 雄一[3]、塩川 和夫[3]、Liu Huixin[4]、Hermann Luehr[5]
*Shin Suzuki[1], Jaeheung Park[2], Yuichi Otsuka[3], Kazuo Shiokawa[3], Huixin Liu[4], Hermann Luehr[5]

1. 愛知大学地域政策学部、2. Korea Astronomy and Space Science Institute、3. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、4. 九州大学理学研究院地球惑星科学専攻 九州大学宙空環境研究センター、5. Helmholtz Centre Potsdam, GFZ, German Research Centre for Geosciences
1. Faculty of Regional Policy, Aichi University, 2. Korea Astronomy and Space Science Institute, 3. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 4. Earth and Planetary Science Division, Kyushu University SERC, Kyushu University, 5. Helmholtz Centre Potsdam, GFZ, German Research Centre for Geosciences

Medium-scale traveling ionospheric disturbances (MSTIDs) are a well-known wavy structure in the F-region ionosphere. They typically have a horizontal wavelength of several hundred kilometers and a periodicity of about one hour. Although, the MSTIDs were considered to be caused by atmospheric gravity waves, recent studies have suggested that the generation of the MSTID in nighttime is highly associated with coupling processes between the E- and F-region electrodynamics. To confirm the different processes in the MSTID generation in daytime and nighttime, CHAMP satellite measurements would be greatly helpful; CHAMP plasma and neutral density data obtained in the day- and night-side sector can monitor the phase relations between the neutral (i.e., atmospheric gravity wave) and ionospheric plasma perturbations simultaneously at the top-side F-region (approximately 400 km).

As the first step in the abovementioned research, we compared the MSTID signatures between the CHAMP and ground-based 630-nm airglow measurements to validate the MSTID detection by CHAMP. Airglow imaging is a quite useful technique to investigate two-dimensional characteristics of the nighttime MSTIDs. Horizontal parameters of the MSTIDs (such as wavelengths, motions, and their spatial extent) can be estimated directly with a high spatial and temporal resolutions through the 630-nm airglow emission in the bottom-side F-region. Previous study by Park et al. [2009, JGR] made an investigation of spatial signatures regarding one MSTID event using airglow images along the CHAMP orbit. The Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, has operated airglow imaging network, as the OMTI system, around the world since 2000; this network gives much more chance to make coordinated measurements with CHAMP. We found three clear MSTID events (March 15, 2004, February 15, 2007, and January 12, 2007) in which CHAMP passed over the field-of-views of the OMTI camera.

In this presentation, we will report phase relations between the neutral and plasma density perturbations associated with the MSTID events.

キーワード：中規模伝搬性電離圏擾乱
Keywords: MSTID

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ロケットによる電離圏TEC変動解析
Analysis of ionospheric TEC fluctuation by rocket

*武川 毅[1]、中田 裕之[1]、大矢 浩代[1]、鷹野 敏明[1]、津川 卓也[2]、西岡 未知[2]
*Tsuyoshi Takegawa[1], Hiroyuki Nakata[1], Hiroyo Ohya[1], Toshiaki Takano[1], Takuya Tsugawa[2], Michi Nishioka[2]

1. 千葉大学大学院融合理工学府、2. 情報通信研究機構
1. Graduate School of Integrated Science and Technology, Chiba University, 2. National Institute of Information and Communications Technology

先行研究より，巨大地震や台風，火山噴火といった地表付近の現象に伴って大気波動が生じ、これにより電離圏変動が引き起こされることが知られている。近年ではロケットによっての電離圏変動が確認されており、先行研究でもテポドン2号による電離圏変動が報告されている(Lin et al., 2014,2017)。発射から約5分後に電離圏変動の第一波としてロケットの排気によっての化学反応から電子が減少、そして発射から約30分後に第二波が確認されている。そこで本研究ではH2Aロケット25号29号の打ち上げに伴うTEC変動の解析を、GEONETデータを用いて行った。その結果、H2Aロケットの発射から５分後にロケット軌道より約100 kmの距離に、VTECの大きな減少として電離圏変動の第一波が観測された。また音波のレイトレーシングにより変動が観測された時間は、ロケットの軌道上の点からTEC貫通点まで音波が伝搬する時間と一致することが確認された。また、ロケット発射から30分後に第一波に比べ変動周期の早い第二波が先行研究と同様に確認された。第二波の到達時間を第一波と同様に計算したところ地面に1回反射した後の到着時間と一致したことが明らかになった。

キーワード：電離圏、ロケット、TEC
Keywords: ionospheric, rocket, TEC

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

H-IIA ロケット打ち上げに伴う電離圏変動の解析
Examinations of the ionospheric perturbation associated with H-IIA rockets launching

*山﨑 淳平[1]、中田 裕之[1]、大矢 浩代[1]、鷹野 敏明[1]、細川 敬祐[2]、冨澤 一郎[2]
*Junpei Yamazaki[1], Hiroyuki Nakata[1], Hiroyo Ohya[1], Toshiaki Takano[1], Keisuke Hosokawa[2], Ichiro Tomizawa[2]

1. 千葉大学大学院工学研究院、2. 電気通信大学大学院情報理工学研究科
1. Graduate School of Engineering, Chiba University, 2. Department of Communication Engineering and Informatics, University of Electro-Communications

大規模な地震や火山の噴火などの自然災害により、電離圏において擾乱が発生することが報告されている。これは自然災害により生じた音波や大気重力波が電離圏に伝播するためである。また、ロケット打ち上げに伴う大気波動や排出煙によりテポドン打ち上げに伴い、TEC 変動が発生することがGEONETデータによる解析結果として報告されている(Lin et al.,2014,2017)。テポドンは日本の上空を通過したが、日本上空を通過しないロケットについて、ロケットの軌道から離れた位置における電離圏の変動は極めて報告が少ない。そこで、本研究ではHF ドップラー観測を用いて、H-IIA ロケット(25 号、25 号) 打ち上げに伴う、比較的離れた位置での電離圏の変動を解析した。

ロケット打ち上げに伴い、柿岡、藤沢(26 号のみ)、菅平の各観測点で、ロケット打ち上げから約35 分後にドップラーシフトの変動が確認された。この時刻は、ロケットからの音波が地面で1 回反射後に観測点に届いた時刻と一致したことが音波のレイトレイシングの結果より確認された。また、これらの変動周波数は5~10 mHz(周期では100~200 s) の帯域の変動強度が上昇していることがどちらのイベントでも確認された。これはLin et al(2014)でのロケット軌道の近くのTEC 変動と同様であった。ドップラーシフトについては、ロケットからの音波が直接観測点に到達した変動よりも、1 回地面に反射して観測点に到達した変動のほうが大きかった。この理由として、ロケットからの音波が地面で反射せずに直接観測点に到達した経路が、高度約200~250km を通過していたことが考えられる。一般に高高度において、約10mHz の大気波動は強く減衰を受けるため、直接観測点に到達した音波の振幅は減衰し、電離圏の変動が小さかったと考えられる。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Explosion energy derived from the 2015 Kuchinoerabujima eruption: Estimation from infrasound less than 0.01 Hz detected by barometers, seismometers, and TEC

*中島 悠貴[1]、西田 究[1]、青木 陽介[1]、日置 幸介[2]
*Yuki Nakashima[1], Kiwamu Nishida[1], Yosuke Aoki[1], Kosuke Heki[2]

1. 東京大学地震研究所、2. 北海道大学理学研究院自然史科学専攻
1. Earthquake Research Institute, 2. Natural History Sciences, Hokkaido University

This study discusses the amount of energy emitted to the atmosphere as acoustic waves of less than 0.01 Hz by the 2015 Kuchinoerabujima volcano, southwest Japan, eruption derived from barometers, broadband seismometers, and GNSS-TEC observations.
Kuchinoerabujima is one of the volcanic islands of active recently. The volcano erupted at 0:59 UT on 25th May 2015. Many previous studies pointed out that this is a phreatomagmatic eruption and involves a lateral signal (e.g., Kobayashi, 2017; Matsuzawa et al., 2016; Yamada et al., 2017). Yamada et al. (2017) found that barometric data include two phases in about 20 sec. In the first stage, the volcanic plume went up with a pressure pulse, and the second another pulse corresponds to the plume growing laterally. The seismic source time function of that has a component of north-south direction obviously (Matsuzawa et al. 2016).
We found atmospheric disturbances with a characteristic frequency of ~0.01 Hz in all the observations. The frequency range is equivalent to the highest part of the detectable band in the ionosphere. We detected the signal of lower atmospheric perturbation from F-net, an array of broadband seismometers installed by NIED, and a barometer array along the Japanese coastline in front of the Pacific ocean by AIST. As the ionospheric observation, we used GNSS-TEC time series extracted from GEONET 1 Hz sampling data. The waveform feature is very similar to ionospheric disturbances excited by Asama volcano on 1st September 2004 (Heki, 2006; Chonan et al., 2017).
We tried to reproduce the observed signal and estimate the magnitude of the energy source using the ray-tracing method. Atmospheric parameters are inputted from NRLMSISE-00 (Picone et al., 2002), HWM-14 (Drob et al., 2015), IRI2016 (Billitza et al., 2016), and IGRF-12 (Thébault et al., 2015). We put an isotropic energy source on the ground in the windy atmosphere.
The estimated travel time by ray-tracing is consistent with the observation, indicating that the excited atmospheric perturbation simply propagates isotropically without wave broadening due to dispersion discussed in Dautermann et al. (2009a).
If we choose the source energy as 10^8 J, our model expects about one-third of the observed signal in both the lower atmosphere in the far field and the ionosphere. This amount of energy is 10^{1-2} times larger than that of the 2004 Asama eruption estimated from TEC observation (Heki, 2006). It seems to depend on not only the difference of volcanic eruption magnitude but also the crude assumption like ignoring the geomagnetic effect and geometrical spreading same as Dautermann et al. (2009) suggested.
We were not able to find any evidence for anisotropic radiation of energy as stated in some previous studies, suggesting that infrasound of such very low frequencies infrasound (< ~0.01 Hz) responds to with a longer time constant such as the growth of the thermal plume.
Acknowledgment
We would thank GSI, JMA, AIST, and NIED which provide GNSS, barometer, microphone, and broadband seismometer data.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：GPS-TEC、GNSS-TEC、火山噴火、インフラサウンド、広帯域地震計
Keywords: GPS-TEC, GNSS-TEC, Volcanic eruption, Infrasound, Broadband seismometer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

機械学習を用いたイオノグラムにおけるスプレッドFの検出
Detection of spread-F echoes in ionograms using machine learning

*中田 裕之[1]、後藤 佑太[2]、大矢 浩代[1]、鷹野 敏明[1]
*Hiroyuki Nakata[1], Yuta Goto[2], Hiroyo Ohya[1], Toshiaki Takano[1]

1. 千葉大学大学院工学研究院、2. 千葉大学工学部電気電子工学科
1. Graduate School of Engineering, Chiba University, 2. Department of Electrical and Electronics Engineering

Ionospheric irregularities referred to as equatorial spread-F is very important phenomena in terms of radio wave propagation because their spatial scales are from centimeters to tens of kilometer and they affects wide-band radio waves. Therefore, they influence the reliability of satellite-ground communications, navigation systems and so on. The ionogram is one of the important observation system of spread-F. Because the detection of spread-F in the ionogram is done manually, detection of spread-F could be replaced with automatic detection by developing an excellent machine learning system. In this study, therefore, we have developed a method to detect spread-F in the ionogram automatically using machine learning.
In this detection process, we have arranged two classifiers for typical frequency-type and mixed (frequency-type and range-type) spread-F echoes in the ionograms. A number of correct images must be prepared for these classifiers to learn the feature values of spread-F. To do so, ten thousands of correct images were generated by create_samples utility provided by OpenCV library. Using these classifiers, we have detected the both types of spread-F echos in the ionograms observed at 4 observatories (Wakkanai, Kokubunji, Yamagawa, Ogimi) utilized by National Institute of Information and Communications Technology. The detection rates of both types of spread-F echos are from 50% to 73% and both classifier detected both types of spread-F echos similarly. Namely, the classifier for the frequency-type spread-F echo detected both of the frequency-type and mixed-type echos, and vice versa. In case where the two types of spread-F echos are not distinguished, on the other hand, both of classifiers detect 80% of total spread-F echos. In addition, the classifiers also picked up some other phenomenon , such as overlapped traces of O-mode and X-mode, multi-hop trace.
As for the future plan, there might be several way to improve the detection rate; to use more classifiers, to make the classifiers be precisely with more training data, and so on. However, a number of correct images are inevitable in machine learning. In order to prepare such a number of images, it may be effective to generate training data using deep generative model.

キーワード：スプレッドF、イオノグラム、機械学習
Keywords: spread F, ionogram, machine learning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

観測ロケット搭載のためのGNSS-TEC受信機の性能評価
Evaluation of GNSS-TEC receiver performance for sounding rocket installation

*奥村 誠[1]、芦原 佑樹[1]
*Makoto Okumura[1], Yuki Ashihara[1]

1. 奈良工業高等専門学校
1. National Institute of Technology, Nara College

地球大気の上層に存在する太陽光線に含まれるX線や紫外線などにより電離された多電子領域は、電離圏と呼ばれている。電離圏擾乱は衛星通信障害やGNSSの測位誤差を引き起こすが、その生成過程の解明には電離圏電子密度の空間構造観測が不可欠である。

電離圏観測は、Ionosonde、GNSS-TEC等をはじめとしたリモートセンシング手法で行われるのが一般的である。IonosondeはF領域の電子密度ピーク以下の高度について、GNSS-TECは伝搬経路上の全電子数について観測できるが、電離圏の空間構造は得られない。そのため、空間構造観測にはパルスレーダ等が用いられる。本研究では、電離圏観測手法の新たなアプローチとしてロケットGNSS-TECトモグラフィ法を提案する。観測ロケットにGNSS-TEC受信機を搭載し、電離圏E領域とF領域の境界を飛翔することで、F領域のみのTECデータが取得できる。

観測ロケットは1～2Hz程度の速度でスピンするため、観測ロケット構体側面にGNSSアンテナを取り付ける場合には受信信号が不安定となると予想される。そのため、観測ロケットの構体モデルを製作し、地上回転試験を行った。実験に際しては、地上反射波の影響を受けないように配慮した。本研究では、取得したデータの搬送波位相の解析を行ったところ、回転速度が定常状態では概ね位相データが得られた。しかしながら、TECを算出したところ、定常状態でも60 TECU以上の変動がみられたため、アンテナシステムの再検討が必要である。

キーワード：電離圏、GNSS-TEC、観測ロケット
Keywords: ionosphere, GNSS-TEC, sounding rocket

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ISS-IMAP/VISI観測による大気光擾乱とプラズマバブル発生との関係性について

Relationship between mesosperical airglow disturbance and occurrence of equatorial plasma bubbles

*岡田 凌太[1]、齊藤 昭則[1]、池田 孝文[1]、品川 裕之[2]、津川 卓也[2]、坂野井 健[3]
*Ryota Okada[1], Akinori Saito[1], Takafumi Ikeda[1], Hiroyuki Shinagawa[2], Takuya Tsugawa[2], Takeshi Sakanoi[3]

1. 京都大学大学院理学研究科地球物理学教室、2. 国立研究開発法人情報通信研究機構、3. 東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター
1. Department of Geophysics, Graduate School of Science, Kyoto University, 2. National Institute of Information and Communications Technology, 3. Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Graduate School of Science, Tohoku University

Ionosphere, Mesosphere, upper Atmosphere and Plasmasphere mapping mission from the ISSのVisible and near Infrared Spectral Imager(ISS-IMAP/VISI)の波長762nm大気光データを解析し、中間圏における大気重力波がプラズマバブルの発生にどのような影響を与えているのか調べた。赤道電離圏において電子密度が大きく減少した領域が観測されることがあり、プラズマバブルと呼ばれている。プラズマバブルは、電離圏底部の微小擾乱がレイリー・テイラー不安定性によって成長するという発達機構が考えられているが、先行研究からはこの微小擾乱としては中規模（~600km）の大気重力波が有力視されている。大気重力波の発生には経度や季節による変動が予想されており、また数日程度の短周期の変動があると考えられている。そのような大気重力波の変動が、プラズマバブルの発生においてレイリー・テイラー不安定性の成長率だけでは説明できない変動の原因となっていると考えられる。大気重力波の経度による変動としては、ISS-IMAP/VISIの波長762nm大気光データを用いて同心円上大気重力波の分布を示した先行研究によりアフリカ西部地域の方が東部地域よりも同心円上重力波が多く見られることが報告されており、近接する地域でも発生が大きく異なることが知られている。本研究では中間圏における大気重力波がプラズマバブルの経度による出現特性の違いにどのように寄与しているのかを調べた。ISS-IMAP/VISIは2012年９月から2015年８月に渡って夜間の大気光を高度約400kmを約8km/sで移動しながら天底方向に、軌道方向に対して45度の前後２方向への視野で観測した。ISS-IMAP/VISIから得られた波長762nm大気光データを解析して高度95kmにおける大気の擾乱度を同定した。GPS-Total Electron Content（TEC）データの偏差の標準偏差値、Rate of TEC Index (ROTI)を用いて得られたプラズマバブルの発生率や大気圏・電離圏統合モデルGround-to-topside model of Atmosphere and Ionosphere for Aeronomy(GAIA)によって得られたパラメータから算出されたレイリー・テイラー不安定性の成長率などと比較した。GPS-TECデータによるプラズマバブル発生の様子と大気圏・電離圏統合モデルGAIAの結果から算出して得られたレイリー・テイラー不安定性の線形成長率との関係性にISS-IMAP/VISIの762nm大気光データから得られる高度95kmの大気重力波の活動度がどのように関わるのかについて調べた結果を報告する。

キーワード：プラズマバブル、大気光
Keywords: Equatorial Plasma Bubbles, Airglow

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GAIAを用いた赤道プラズマバブルの発生・成長を支配するパラメータの解析

Analysis of parameters controlling the occurrence and growth of equatorial plasma bubbles using GAIA

*品川 裕之[1]、陣 英克[1]、三好 勉信[2]、藤原 均[3]、横山 竜宏[4]、大塚 雄一[5]
*Hiroyuki Shinagawa[1], Hidekatsu Jin[1], Yasunobu Miyoshi[2], Hitoshi Fujiwara[3], Tatsuhiro Yokoyama[4], Yuichi Otsuka[5]

1. 国立研究開発法人情報通信研究機構、2. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3. 成蹊大学理工学部、4. 京都大学、5. 名古屋大学宇宙地球環境研究所
1. National Institute of Information and Communications Technology, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Sciences, Kyushu University, 3. Faculty of Science and Technology, Seikei University, 4. Kyoto University, 5. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

我々はこれまでの研究で、全大気圏-電離圏結合モデルGAIAを用いて電離圏におけるレイリー・テイラー(R-T)不安定性の線形成長率を求め、観測との比較を行ってきた[Shinagawa et al., 2018]。その結果、R-T不安定性の線形成長率が高い値を持つ日は赤道プラズマバブルが実際に発生さた日とかなりよく一致することがわかった。従来から言われているように、GAIAモデルの線形成長率の解析から、赤道プラズマバブルの発生・成長は下層大気からの大気波動と地磁気活動の両方の影響を受けることが示唆されている。しかし、電場、電子密度、中性大気の密度、速度などのさまざまなパラメータのうち、何がどの程度効いているかについては、定量的に明らかになっていない。本発表では、これらのパラメータが変化した時に、R-T不安定性の線形成長率がどのように変わるかを調べ、赤道プラズマバブルの発生・成長を支配するパラメータの重要性を調べた結果を報告する。

キーワード：電離圏、大気圏、モデル、プラズマバブル、線形成長率、パラメータ
Keywords: Ionosphere, Atmosphere, Model, Plasma bubble, Linear growth rate, Parameter

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中緯度スポラディックE層が有する不均一構造に関する３次元数値モデルの開発

A three-dimensional numerical model to study the modulation of midlatitude E_s-layers

*安藤 慧[1]、齊藤 昭則[1]、品川 裕之[2]、宮崎 真一[1]
*Satoshi Andoh[1], Akinori Saito[1], Hiroyuki Shinagawa[2], Shin'ichi Miyazaki[1]

1. 京都大学大学院理学研究科、2. 国立研究開発法人情報通信研究機構
1. Graduate School of Science, Kyoto University, 2. National Institute of Information and Communications Technology

中緯度におけるスポラディックE層の生成・発達・消滅のメカニズムを解明するための３次元数値モデルを開発した。

スポラディックE層（以下Es層）は、高度100 km付近に生じるプラズマの高密度層である。Es層は熱圏・中間圏から伝播してくる大気波動や電離圏E-F領域の電磁気学的結合によって影響を受けるため、超高層大気の物理を理解するうえで重要な現象であるといえる。

現在、Es層の発生機構はWindShear理論が通説となっている。それによるとEs層の成因は東西中性風シアー起因のものと南北中性風シアー起因のものの２つに大別できる。この2つの成因のどちらの寄与がEs層形成に大きいかは高度によって異なってくる。

近年では観測の充実により、Wind shear理論だけでは説明のできないEs層の不均一な構造が発見されてきている。この構造は大気重力波によるEs層の変調、中性風シアーによるKelvin-Helmholtz不安定性、Es層不安定性などが原因として考えられている。これら一つ一つを原因として不均一構造を再現した数値モデルは存在するが、３つの原因全てを考慮して再現したモデルはいまだない。時間が経過するほどに一つ一つの原因がどれくらいEs層の不均一構造へ影響を与えるかの一貫性のある説明のために、そのようなモデルの開発は必要不可欠である。

我々が開発した３次元数値モデルはO^+、O_2^+、N^+、N_2^+、NO^+、Ca^+の計６種のイオンを含み、一様に分布させた地球磁場中において、イオンの輸送過程、化学過程の双方を解く。また、中性大気密度の背景場としてはNRLMSISE-00を用いている。計算領域では鉛直方向に高度85 kmから305 km、経緯度方向に5度×5度の三次元極座標を使用しており 、分解能はそれぞれ1 km、0.1度である。それに加えて、時間分解能は1秒である。
本モデルは緯度、経度、UTを入力パラメータとし、上記の計算領域内で、中緯度帯の電離圏シミュレーションを行なう。

本発表では擬似的な東西・南北中性風シアーとして中性風速度の振幅を鉛直方向に正弦波的に与え、低高度・高高度において東西・南北どちらの中性風シアーがCa^+の高密度層形成により影響を与えるかを再確認した。
結果として、低高度では東西風シアーの影響が大きく、高高度では南北風のシアーの影響が大きいという従来の研究と整合的な数値実験結果が得られた。
また、GSWMモデルやHWM14モデルの中性風を本モデルに組み込むことで、より現実に即したEs層の発生機構を吟味した。

これらを踏まえたうえで発表では今後の展開を紹介する。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：スポラディックE層、中緯度、シミュレーション、電離圏
Keywords: sporadic E layer, midlatitude, simulation, ionosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ハワイで得られた大気光画像中に見られる中間圏・電離圏波動の水平位相速度分布の統計解析

Statistical analysis of the horizontal phase velocity distribution of mesospheric and ionospheric waves observed in airglow images in Hawaii

*内藤 豪人[1]、塩川 和夫[1]、大塚 雄一[1]、坂野井 健[2]、齊藤 昭則[3]、中村 卓司[4]
*Hideto Naito[1], Kazuo Shiokawa[1], Yuichi Otsuka[1], Takeshi Sakanoi[2], Akinori Saito[3], Takuji Nakamura[4]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター、3. 京都大学大学院理学研究科地球物理学教室、4. 国立極地研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Graduate School of Science, Tohoku University, 3. Department of Geophysics, Graduate school of science, Kyoto University, 4. National Institute of Polar Research

Matsuda et al. [JGR, 2014]は、3次元高速フーリエ変換を用いて画像中に見られる波のパワースペクトル密度の水平位相速度と伝搬方向の導出手法を提案した。Takeo et al. [JGR, 2017]やTsuchiya et al. [JGR, 2018]はこの手法を日本の信楽観測点や陸別観測点での観測に当てはめ、16年間の長期の大気波動の変動を明らかにした。しかし、この手法を赤道近くで得られた大気光画像の解析に用いた例はない。本研究では、信楽や陸別と緯度・経度・地形が大きく異なるハワイのハレアカラ観測点(20.7°N, 203.7°E)で2013年から2016年の3年間に得られた波長557.7 nmと630.0 nmの大気光画像にMatsuda et al. [JGR, 2014]の解析方法を適用し、この赤道近くの低緯度域での大気重力波とMSTIDの統計的な特徴を明らかにするとともに、Takeo et al. [JGR, 2017]やTsuchiya et al. [JGR, 2018]による信楽や陸別で見られた特徴との比較を行った。3年間の位相速度スペクトルの平均から、波長557.7 nmの大気光画像に見られた大気重力波は、伝搬方向に関しては、夏に真東と真西方向に伝搬する波が少なく、冬に南に伝搬する波が多かった。パワースペクトル密度に関しては、春と夏が強く、冬が弱かった。信楽や陸別では、夏に東、冬に西と伝搬方向が反対になることが分かっていたが、ハレアカラでは夏と冬の東西方向の伝搬に違いは見られなかった。これは中間圏ジェット気流のピーク近くの緯度に位置する陸別と信楽に対し、ハレアカラは中間圏ジェット気流のピークから離れた緯度に位置するため、中間圏ジェット気流によるウインドフィルタリング効果が陸別と信楽に比べて小さく、波の伝搬方向の制限をあまり受けなかったためだと考えられる。波長630.0 nmの大気光画像に見られたMSTIDの解析では、強いスペクトルを示す晩が4晩あり、これらの晩のスペクトルに平均スペクトルが大きく依存してしまうことがわかったため、スペクトルの強い晩のデータを取り除いて、季節ごとの平均水平位相速度スペクトルを計算した。スペクトルの強い日を除いた平均スペクトルは、夏に北西～南方向と北～南東方向が多く、秋は南東方向が多かった。パワースペクトル密度に関しては冬が最も強く、主に東西方向に波が伝搬していた。また春は全体的にパワースペクトル密度が弱かった。またハレアカラの結果を信楽と陸別の結果と比較すると、信楽と陸別では季節を問わず、南西方向の波が卓越する一方で、ハレアカラでは南西方向の波の卓越は見られなかった。また波のパワースペクトル密度の比較ではハレアカラのほうが弱かった。これはMSTIDに伴う分極電場が真夜中前では低緯度側に存在する赤道異常によって減衰するためであり、真夜中後でもMPB(Midnight Pressure Bulge)に関連すると思われる低緯度側から極向きに移動するMBW(Midnight Brightness Wave)によって減衰するためと考えられる。(Narayanan et al., JGR, 2014)

キーワード：大気重力波、中規模伝搬性電離圏擾乱、ハワイ
Keywords: Atmospheric gravity waves, Medium-scale traveling ionospheric disturbances, Hawaii

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ISS-IMAP VISI による観測データを用いた中間圏 OH 温度の推定
Estimation of mesospheric OH temperature by observation data by ISS-IMAP VISI

*村上 涼[1]、齊藤 昭則[1]、坂野井 健[2]、穂積 裕太[3]
*Ryo Murakami[1], Akinori Saito[1], Takeshi Sakanoi[2], Yuta Hozumi[3]

1. 京都大学、2. 東北大学、3. 電気通信大学
1. Kyoto University, 2. Tohoku University, 3. University of Electro-Communications

一般に、衛星観測のデータは地上観測のデータと比較して波長分解能が劣るため解析が困難である。この研究では 2012 年から 2015 年にかけて ISS-IMAP ミッションで国際宇宙ステーションに搭載された観測装置である可視・近赤外分光撮像装置(VISI) による中間圏の大気光の発光のデータを解析し高度 85 km 付近の中間圏の OH 発光層の温度推定を試みる。従来の研究から、OH 分子がある振動準位間での遷移を行うときの回転レベルの相対存在分布はボルツマン分布に従い、この分布は OH 分子の回転温度によって決定づけられることが知られている。この性質を用いて OH の多波長データから温度の推定を試みる研究はこれまで地上観測のデータに対してのみ用いられてきた。本研究ではこの手法を宇宙空間からの観測のデータに対して適用し、これまでに得られたことのない空間的に大規模な温度分布図を得ることを目指す。解析には Calibration モードと Spectral モードの二種類のモードのデータを用いる。Calibration モードのデータは 500 ~ 900 nm の波長域で観測機器の受光部全体を用いて観測データを記録しており、Spectral モードのデータは 6 つの ROI (Region of interest) の波長域に絞って観測を行い、空間的な位置情報とともに観測データが記録されている。解析は Spectral モードのデータを中心に行う。828nm 付近の OH の多波長データに対して、宇宙線による Salt-and-pepper-noise の除去や random sample consensus アルゴリズムを用いた人工的なノイズの含まれるデータの除去を行い、得られたスペクトル図に対して波長分解能の低さを補うためにガウス関数によるフィッティングを行ったうえで温度の推定を試みた。

キーワード：電離圏、大気光、中間圏、OH、ISS-IMAP、温度
Keywords: ionosphere, airglow, mesosphere, hydroxyl, ISS-IMAP, temperature

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中間圏界面におけるNOx・HOx光化学過程の全大気大循環モデルへの導入

Implementation of photochemical process of NOx and HOx into a whole atmosphere GCM

*三好 勉信[1]、藤原 均[2]
*Yasunobu Miyoshi[1], Hitoshi Fujiwara[2]

1. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2. 成蹊大学理工学部
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Sciences, Kyushu University, 2. Seikei University

中間圏界面領域において、NO分布は赤外放射にとって重要であるし、HOxは、オゾン生成や消滅過程を理解するうえで不可欠である。したがって、NOx・HOxの生成・消滅・輸送過程を数値モデルに正確に組み込むことは、中間圏界面付近での熱収支や大気大循環を理解するうえで極めて重要である。そこで本研究では、を含んだ全大気大循環モデルにNOx・HOxに伴う光化学過程を組み込むこととした。これらの光化学過程を組み込むことで、太陽活動変動が、中間圏・熱圏に及ぼす影響についてより正確な見積もりが可能となる。また、二酸化炭素増加による中層・超高層大気の寒冷化などについてもより正確なエネルギー収支の見積もりが可能となる。本発表では、NOx・HOxに伴う光化学過程のモデルへの組み込みの現状や初期結果について報告する。さらに、今後の光化学過程の開発予定についても紹介する。

キーワード：大気大循環、光化学過程
Keywords: the general circulation of the atmosphere, photochemical process

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中間圏大気組成変動機構の解明を目指したラグランジュ型化学輸送モデルの開発

Development of a Lagrangian chemical transport model to understand the mechanism of composition change due to change in atmospheric environment

*中西 慎吾[1]、長浜 智生[1]、水野 亮[1]、中島 拓[1]、石島 陸[1]
*Shingo Nakanishi[1], Tomoo Nagahama[1], Akira Mizuno[1], Tac Nakajima[1], Riku Ishijima[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

中間圏の大気微量分子組成は、そこでの大気密度が小さいことから地球内外の環境変動の影響を受け、大きく変動する。近年人工衛星等による観測から、太陽活動に起因した高エネルギー荷電粒子の地球大気への大規模な降りこみ（Energetic Particle Precipitation: EPP）による極域中間圏のNO_xやHO_x増加とそれによるオゾンの減少が検出されており、同様のことが磁気圏加速電子の降りこみ等、各種の高エネルギー粒子の振りこみ現象に付随して起こることが予想される。そこで我々は、これまでに北海道陸別町、昭和基地（南極）、アタカマ高地（チリ）、リオ・ガジェゴス（アルゼンチン）、トロムソ（ノルウェー）にミリ波分光観測装置を設置し、成層圏・中間圏のオゾンやNO_x・HO_x、オゾン層破壊物質等の大気微量分子の定常観測を行い、高エネルギー粒子の振りこみ等の自然現象による大気組成変動機構に関する研究を進めている。

これらの観測に加えて、我々は様々なEPP等による成層圏・中間圏の大気微量分子組成変動機構を解明し、その影響を評価するために、局所的・突発的なイベントのシミュレーションに適しているラグランジュ型化学輸送モデルの開発を進めている。このモデルはラグランジュ型拡散モデル（FLEXPART）を拡張し、中間圏の気象場データと化学反応過程を取り込んだものである。FLEXPARTは現在、気象場のインプットデータとしてNCEPとECMWFの再解析データが利用でき、地表から高度約40kmまで流跡線解析が可能であるが、本研究の対象である中間圏は含まれていない。そこで我々は、シミュレーション範囲を中間圏まで拡張するために、新たにインプットデータとしてMERRA2再解析データを利用できるように拡張し、地表から高度約80kmまでの流跡線解析が可能となった。流跡線解析の正確性を確かめるために高度15km,45km,55km,70kmで1週間の流跡線解析を行い、他の流跡線解析モデルと比較を行った。また、FLEXPARTでは化学反応過程としてOHによる消失のみを考慮しているが、EPP等による化学反応過程では、中性分子の反応だけでなく、イオン分子反応、電離・解離、イオン再結合などを含むため、非線形化学反応を別途計算する必要がある。そこで我々は、化学反応計算ソフトウェアであるKinetic Preprocessor（KPP）をFLEXPARTに組み込むことで、成層圏・中間圏における各種化学反応過程を取り込んだ。これまでに、KPP単体で成層圏・中間圏の化学反応を計算し、中間圏オゾンの昼夜変動を確認した。

発表では、他の流跡線解析モデルとの比較結果と、いくつかのEPP事例のシミュレーション結果を発表する。

キーワード：中間圏、オゾン、高エネルギー粒子、化学輸送モデル
Keywords: mesosphere, ozone, high energy particle, chemical transport model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_3

[P-EM16] 大気圏・電離圏

コンビーナ:大塚 雄一(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、津川 卓也(情報通信研究機構)、川村 誠治(国立研究開発法人 情報通信研究機構)

本セッションでは、対流圏から熱圏にいたる地球大気中における種々の物理・化学過程、および大気上端の領域である電離圏・中間圏・熱圏における中性大気と電離大気の相互作用やエネルギー収支、力学、化学過程を議論する。磁気圏あるいは各大気層との上下結合に関する話題も広く歓迎する。これらの領域において生じる各種の現象に関して、衛星・ロケット観測や地上の電波・光学観測等に基づく研究成果と、数値シミュレーションや理論研究成果、及び新しい観測装置の開発に関する研究などについて総合的な議論を深める。

[PEM16-P01] サブストームとオーロラブレイクアップ時のGPS位相シンチレーションの時空間変動

*Prikryl Paul[1,2]、Weygand James[3]、Ghoddousi-Fard Reza[4]、Jayachandran P. Thayyil[1]、Themens David[1]、McCaffrey Anthony[1]、Kunduri Bharat[5]、Spanswick Emma[6]、Zhang Yongliang[7]、行松 彰[8] (1.ニューブランズウィック大学物理学部、2.カナダ天然資源地磁気研究所、3.Earth Planetary and Space Sciences, University of California、4.Canadian Geodetic Survey, Natural Resources Canada、5.Bradley Dept. of Electrical and Computer Engineering, Virginia Tech、6.Dept. of Physics and Astronomy, University of Calgary、7.Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory、8.国立極地研究所)

[PEM16-P02] SuperDARN北海道-陸別レーダーによるSAPSイベントの発生特性の研究

*大矢 健斗[1]、西谷 望[1]、堀 智昭[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

[PEM16-P03] Spectral investigations of near infrared aurora and airglow at 1.0-1.6 microns: 1-year ground-based imaging spectroscopic observation at Syowa station (69.0°S, 39.6°E)

*西山 尚典[1]、坂野井 健[2]、田口 真[3]、鈴木 秀彦[4] (1.国立極地研究所、2.東北大学大学院 理学研究科附属 惑星プラズマ・大気研究センター、3.立教大学理学部、4.明治大学理工学部物理学科)

[PEM16-P04] The study of the lower ionosphere in the South Atlantic Anomaly (SAA) Region

*Chih-Yu Chiang[1]、Tzu-Fang Chang[2,1]、Sunny W. Y. Tam[1] (1.Institute of Space and Plasma Sciences, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan、2.Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, Japan)

[PEM16-P05] Multi-GNSS observation of LSTID in Japan and its link with auroral activities

*橋本 繭未[1]、日置 幸介[1] (1.北海道大学)

[PEM16-P06] Ba/Sr放出ロケット実験に向けた人工発光雲座標の精密解析法の基礎開発

*渡邊 太郎[1]、山本 真行[1]、柿並 義宏[2] (1.高知工科大学、2.北海道情報大学)

[PEM16-P07] MSTIDに伴う中性大気密度とプラズマ密度の変動

*鈴木 臣[1]、Jaeheung Park[2]、大塚 雄一[3]、塩川 和夫[3]、Liu Huixin[4]、Hermann Luehr[5] (1.愛知大学地域政策学部、2.Korea Astronomy and Space Science Institute、3.名古屋大学宇宙地球環境研究所、4.九州大学理学研究院地球惑星科学専攻 九州大学宇宙空環境研究センター、5.Helmholtz Centre Potsdam, GFZ, German Research Centre for Geosciences)

[PEM16-P08] ロケットによる電離圏TEC変動解析

*武川 毅[1]、中田 裕之[1]、大矢 浩代[1]、鷹野 敏明[1]、津川 卓也[2]、西岡 未知[2] (1.千葉大学大学院融合理工学府、2.情報通信研究機構)

[PEM16-P09] H-IIA ロケット打ち上げに伴う電離圏変動の解析

*山﨑 淳平[1]、中田 裕之[1]、大矢 浩代[1]、鷹野 敏明[1]、細川 敬祐[2]、冨澤 一郎[2] (1.千葉大学大学院工学研究院、2.電気通信大学大学院情報理工学研究科)

[PEM16-P10] Explosion energy derived from the 2015 Kuchinoerabujima eruption: Estimation from infrasound less than 0.01 Hz detected by barometers, seismometers, and TEC

*中島 悠貴[1]、西田 究[1]、青木 陽介[1]、日置 幸介[2] (1.東京大学地震研究所、2.北海道大学理学研究院自然史科学専攻)

[PEM16-P11] 機械学習を用いたイオノグラムにおけるスプレッドFの検出

*中田 裕之[1]、後藤 佑太[2]、大矢 浩代[1]、鷹野 敏明[1] (1.千葉大学大学院工学研究院、2.千葉大学工学部電気電子工学科)

[PEM16-P12] 観測ロケット搭載のためのGNSS-TEC受信機の性能評価

*奥村 誠[1]、芦原 佑樹[1] (1.奈良工業高等専門学校)

[PEM16-P13] ISS-IMAP/VISI観測による大気光擾乱とプラズマバブル発生との関係性について

*岡田 凌太[1]、齊藤 昭則[1]、池田 孝文[1]、品川 裕之[2]、津川 卓也[2]、坂野井 健[3] (1.京都大学大学院理学研究科地球物理学教室、2.国立研究開発法人情報通信研究機構、3.東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター)

[PEM16-P14] GAIAを用いた赤道プラズマバブルの発生・成長を支配するパラメータの解析

*品川 裕之[1]、陣 英克[1]、三好 勉信[2]、藤原 均[3]、横山 竜宏[4]、大塚 雄一[5] (1.国立研究開発法人情報通信研究機構、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3.成蹊大学理工学部、4.京都大学、5.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

[PEM16-P15] 中緯度スポラディックE層が有する不均一構造に関する３次元数値モデルの開発

*安藤 慧[1]、齊藤 昭則[1]、品川 裕之[2]、宮崎 真一[1] (1.京都大学大学院理学研究科、2.国立研究開発法人情報通信研究機構)

[PEM16-P16] ハワイで得られた大気光画像中に見られる中間圏・電離圏波動の水平位相速度分布の統計解析

*内藤 豪人[1]、塩川 和夫[1]、大塚 雄一[1]、坂野井 健[2]、齊藤 昭則[3]、中村 卓司[4] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター、3.京都大学大学院理学研究科地球物理学教室、4.国立極地研究所)

[PEM16-P17] ISS-IMAP VISI による観測データを用いた中間圏 OH 温度の推定

*村上 涼[1]、齊藤 昭則[1]、坂野井 健[2]、穂積 裕太[3] (1.京都大学、2.東北大学、3.電気通信大学)

[PEM16-P18] 中間圏界面におけるNOx・HOx光化学過程の全大気大循環モデルへの導入

*三好 勉信[1]、藤原 均[2] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.成蹊大学理工学部)

[PEM16-P19] 中間圏大気組成変動機構の解明を目指したラグランジュ型化学輸送モデルの開発

*中西 慎吾[1]、長浜 智生[1]、水野 亮[1]、中島 拓[1]、石島 陸[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所)

サブストームとオーロラブレイクアップ時のGPS位相シンチレーションの時空間変動

Temporal and spatial variation of GPS phase scintillation during substorms and auroral breakups

*Prikryl Paul[1,2]、Weygand James[3]、Ghoddousi-Fard Reza[4]、Jayachandran P. Thayyil[1]、Themens David[1]、McCaffrey Anthony[1]、Kunduri Bharat[5]、Spanswick Emma[6]、Zhang Yongliang[7]、行松 彰[8]

*Paul Prikryl[1,2], James M. Weygand[3], Reza Ghoddousi-Fard[4], P. Thayyil Jayachandran[1], David R. Themens[1], Anthony M. McCaffrey[1], Bharat S. R. Kunduri[5], Emma Spanswick[6], Yongliang Zhang[7], Akira Sessai Yukimatu[8]

1. ニューブランズウィック大学物理学部、2. カナダ天然資源地磁気研究所、3. Earth Planetary and Space Sciences, University of California、4. Canadian Geodetic Survey, Natural Resources Canada、5. Bradley Dept. of Electrical and Computer Engineering, Virginia Tech、6. Dept. of Physics and Astronomy, University of Calgary、7. Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory、8. 国立極地研究所
1. Physics Department, University of New Brunswick, Fredericton, NB, Canada, 2. Geomagnetic Laboratory, Natural Resources Canada, Ottawa, ON, Canada, 3. Earth Planetary and Space Sciences, University of California, Los Angeles, CA, USA, 4. Canadian Geodetic Survey, Natural Resources Canada, Ottawa, ON, Canada, 5. Bradley Dept. of Electrical and Computer Engineering, Virginia Tech, USA, 6. Dept. of Physics and Astronomy, University of Calgary, AB, Canada, 7. Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, Laurel, MD, USA, 8. National Institute of Polar Research, Tokyo, Japan

高エネルギー粒子の降込みによって生じる電離圏構造の変化はGPS観測に悪影響を及ぼし、位相シンチレーションおよびサイクルスリップ（ロックの喪失）を引き起こす可能性がある。GPS位相シンチレーションは、オーロラの強度と、特にオーロラの明るさの急激な変化と相関する [1,2,3]。夜側下向き領域1電流におけるサブストーム拡大期にみられる全電子量（TEC）の増大は、降下粒子フラックスの増加と関連しているように思われる[4]。このようなTECの増大は、サブストームとオーロラブレイクアップの直後に最も強い位相シンチレーションを発生させる。 位相シンチレーションは、カナダ高緯度北極電離圏観測網（CHAIN）からの特殊なGPSシンチレーション受信機によって50Hzのサンプリングレートで取得されたデータから求められる。プロキシシンチレーション指数は、1Hzサンプルの測地学的精度のGPS受信機の二重周波数測定から得られる。これには、カナダ測地調査所(CGS)によって広域に設置され、準実時間で監視されるRT-IGS観測網の受信機が含まれる。TECと位相シンチレーションの時空間変化について、球面基本電流系（SECS）法を用いて[5,6]、地上磁力計観測網から導出される等価電離圏電流との関連から研究し、位相シンチレーションとオーロラ発光の関係についても調べる。一般的に、GPS位相シンチレーションは、強い西向きの電流ジェットの領域内および東向きの電流ジェットの極側境界に沿って発生する。サブストームとオーロラブレイクアップに続いて、TECの増大に伴う強い位相シンチレーションは、主にHarang不連続領域乃至その近傍の、上向き領域2電流域、もしくは、下向き領域1電流の赤道側境界に投影される[7]。

キーワード：高緯度電離圏、GPS TECと位相シンチレーション、電離層電流
Keywords: High-latitude ionosphere, GPS TEC and phase scintillation, Ionospheric currents

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

SuperDARN北海道-陸別レーダーによるSAPSイベントの発生特性の研究
Statistical study of SAPS occurrence characteristics using the SuperDARN Hokkaido HF radar

*大矢 健斗[1]、西谷 望[1]、堀 智昭[1]
*Kento Oya[1], Nozomu Nishitani[1], Tomoaki Hori[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

オーロラ発光領域より低緯度側に位置するサブオーロラ帯における、電離圏での速い西向きのプラズマの流れを一般に、Sub-Auroral Polarization Stream (SAPS) という。これまでの研究によって、SAPSの発生メカニズムや統計的特徴は徐々に解明されてきている。特に、SAPSの特性や形態についての研究では、その発生確率・位置が、地磁気活動と強い関連をもっており、サブオーロラ帯における電子密度の変動はSAPSに大きな影響を与えるということが報告されている。

しかし、多くの研究では北アメリカ付近でのSAPSの傾向や様子を報告しているにすぎず、グローバルな広い視点においてどのような様子を示しているかは未だ解明されていない。そこで本研究は先行研究よりも低緯度に位置する日本付近のSAPSの統計解析を行うことでSAPSのグローバルな位置や発生しやすい時刻の傾向を捉え、先行研究で行った高緯度地域と、本研究における低緯度地域での比較を行うことで、SAPSのグローバルな予測モデル構築に貢献することが期待される更なる広い地域におけるSAPSの理解に繋げていく。

本研究では、2006年11月より稼働しているSuperDARN北海道-陸別短波レーダーを用いて、2007年1月1日から2016年12月31日までの10年間に及ぶデータを統計的に解析し、SAPSと考えることのできる電離圏プラズマ流の発生確率をMLT, MLATごとに調べた。本研究では、視線方向速度とエコーパワーのみに下記のような閾値を定め、さらに西向きプラズマ流であると仮定したうえで、SAPSイベントを同定した。

①LOS(Line Of Sight) velocity > 80 m/s　②Echo Power > 3 dB

結果としては、SAPSの基本的特徴といえる、夕方側から夜側に向かうにつれて発生緯度が低下する点や、地磁気活動の活発化に伴う低緯度化とともに、全体的な発生緯度の底上げや地磁気活動の上昇とともに発生する時間帯が遅くなるという、先行研究とは異なる特徴が現れることがわかった。さらに、北米レーダーでは設置場所による観測緯度範囲の制限のため捉えきることのできなかった、深夜から朝にかけて磁気緯度55°以下で見えるフローを捉えることに成功するなど、先行研究では結論付けられていなかったような新しいSAPSの特徴が示唆される。この結果はSAPSのグローバルな位置や発生緯度、さらには時間変化の理解のために不可欠であり、SAPSの予測モデル構築への寄与が期待される。

キーワード：電離圏-磁気圏相互作用、SAPS、SuperDARN、地磁気活動
Keywords: magnetosphere-ionosphere coupling, SAPS, SuperDARN, geomagnetic activity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Spectral investigations of near infrared aurora and airglow at 1.0-1.6 microns: 1-year ground-based imaging spectroscopic observation at Syowa station (69.0˚S, 39.6˚E)

*西山 尚典[1]、坂野井 健[2]、田口 真[3]、鈴木 秀彦[4]
*Takanori Nishiyama[1], Takeshi Sakanoi[2], Makoto Taguchi[3], Hidehiko Suzuki[4]

1. 国立極地研究所、2. 東北大学大学院 理学研究科附属 惑星プラズマ・大気研究センター、3. 立教大学理学部、4. 明治大学理工学部物理学科
1. National Institute of Polar Research, 2. Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Tohoku University, 3. Rikkyo University, 4. Department of Physics, Meiji University

The motivation of this study is further understanding of dayside magnetosphere and terrestrial atmosphere coupling system by using continuous observation. Dayside aurora, polar patch, and airglow should be key phenomena for the understanding. In particular, those phenomena in near infrared (NIR) wavelength are crucially important because lower background sky luminosity by Rayleigh scattering may allow us to conduct ground-based optical observation even in dayside. Continuous dayside optical monitoring with high temporal and spatial resolutions in aurora region and cusp give us a clue to understanding of substorm pre-onset sequences at cusp region, magnetopause dynamics related to solar wind shocks, and wave-particle interactions due to electromagnetic ion cyclotron waves and whistler mode chorus. However, NIR aurora has a total lack of its spectral information with enough resolution to make a feasibility study in comparison to that in visible wavelength.

We designed a narrow field spectrometer with medium-high spectral resolution that mainly consists of Czerny-Turner type imaging spectrometer (HORIBA, iHR320) with one entry port and two exit ports. This spectrometer has two mirrors and three diffractive gratings in a rotating turret. A toroidal mirror for collimating corrects for astigmatism so that the tangential (resolution optimized) and sagittal (imaging optimized) focal planes cross at the center of the focal plane. Another larger focus mirror allows the entire flat field to be used without vignetting. Collecting optics, equipped outside the spectrometer, are a gold coated off-axis parabolic mirror and a NIR longpass filter for removal of secondary diffracted light in visible wavelength. Using 1-d InGaAs array (1024 pixels) and 600 gr/mm grating, spectral range and spectral range per pixel are 119 nm and 0.11 nm/pixel, respectively.

We started ground-based spectroscopic observation in NIR wavelength ranging from 1.0 to 1.6 microns, which covers strong OH airglow emissions and auroral emissions in $N_2$1st Positive (1.2 microns) and N_2^+ Meinel (1.1 and 1.5 microns) [Jones 1974; Zhou et al., 2007], at Syowa Station (69.0˚S, 39.6˚E) in Antarctica from March 2018. OH airglow spectrum in NIR can be well resolved even in water vapor absorption region. OH rotational temperature is successfully estimated using OH 3-1 band P1(2) and P1(4) emissions. However, auroral emissions were not clearly identified at 1.52 micron (N2+ Meinel) so far. Further investigations are needed including 1.10 micron (N2+ Meinel) and 1.24 micron (N2 1P). In this presentation, we are going to report results in more detail based on one year observation.

キーワード：近赤外波長領域、分光観測、オーロラ、大気光、中間圏界面、南極
Keywords: Near Infrared, Spectral observation, Aurora, Airglow, Mesopause, Antarctica

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The study of the lower ionosphere in the South Atlantic Anomaly (SAA) Region

*Chih-Yu Chiang[1], Tzu-Fang Chang[2,1], Sunny W. Y. Tam[1]

1. Institute of Space and Plasma Sciences, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan, 2. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, Japan

South Atlantic Anomaly (SAA) corresponds to a region where the geomagnetic field is relatively weak; such a magnetic field enables energetic particles from the inner radiation belt to penetrate closer to the Earth's surface more easily, thus resulting in relatively high level of radiation in the environment. In this study, we analyze the nighttime airglows in 2007 to 2008 in the SAA region by using the data from the ISUAL (Imager of Sprites and Upper Atmospheric Lightning) experiment aboard the FORMOSAT-2 satellite. We focus specifically on the measurements by the six spectrophotometers and the CCD Imager, which overall cover the spectrum from ultraviolet to infrared wavelengths. Based on our analysis, features of clear enhancements and annual variations at 337 nm, 391.4 nm and 777.4 nm are identified in the SAA region. Through comparing these multiple-band emissions, we can identify energy variation of incident particles and atmospheric compositions of SAA region.

Keywords: South Atlantic Anomaly, SAA, airglow, ISUAL, FORMOSAT-2

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Multi-GNSS observation of LSTID in Japan and its link with auroral activities

*橋本 繭未[1]、日置 幸介[1]
*Mayumi Hashimoto[1], Kosuke Heki[1]

1. 北海道大学
1. Hokkaido University

Interaction between southward magnetic field in solar winds and the Earth’ s magnetosphere causes geomagnetic activities and auroral substorms. The auroral activity is associated with strong electric currents (auroral jet) within the auroral oval. This disturbs the geomagnetic field at high latitude region and is reflected in changes in the AE (Auroral Electrojet) index. At this time, atmospheric gravity waves, generated as a result of the heating of the atmosphere by electric currents, propagate toward the middle and low latitudinal regions and make Large-Scale Traveling Ionospheric Disturbances (LSTID). In this study, we observed ionospheric disturbance in Japan located in middle and low latitudes as the changes in TEC (Total Electron Content). Here we study the relationship between LSTID observed with multiple-GNSS (Global Navigation Satellite System), GPS, GLONASS, Galileo, and QZSS, and short-term changes in the high time resolution AE index time series.

In this study, we used the AE index one minute values from Kyoto University, World Data Center for Geomagnetism (wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp). As the GNSS observation point, we used Tsukuba (tskb), one of the IGS observation points in Japan with inter-frequency bias values available. To examine the relationship, we first identified the day when the AE index exceeded 2,000 nT between 2011 and 2017. Then, we converted the RINEX data files of tskb on these days to TEC, removed satellite and receiver biases, and converted them to vertical TEC (VTEC). We compared the AE index and VTEC for 22 cases, and the occurrences of LSTID were confirmed in 5 of them. In these cases, LSTIDs were observed 1 or 2 hours after the peak of the AE index. We estimated the propagation velocity in two ways, i.e. by calculating the time lag between the AE peak and LSTID arrivals in Japan and the distance between the auroral oval and Japan, and by comparing the times of TEC peaks within Japan. Both approaches showed the velocity of ~0.7 km/sec.

Since 2018 summer, the Japanese GNSS network started to track multiple GNSS including the Japanese Quasi-zenith Satellite System (QZSS) and to open the raw data on-line by RINEX 3.02 format. discuss the relationship LSTID and AE index. QZSS includes three satellites with quasi-zenith orbits (PRN01, 02, 03) and one satellite with geostationary orbit (PRN07). Generally speaking, GNSS-TEC data changes by the three reasons, (1) temporal change in ionosphere, (2) spatial change in ionosphere, and (3) apparent change by changes in satellite elevation angle. However, QZSS-TEC includes only (1), and useful in studying ionospheric disturbances without bothering about (2) and (3).

キーワード：大規模伝搬性電離圏擾乱、TEC、GNSS
Keywords: LSTID, TEC, GNSS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ba/Sr放出ロケット実験に向けた人工発光雲座標の精密解析法の基礎開発
Basic development of accurate analytical method in order to determine coordinates of artificial illuminating clouds of Barium and Strontium for chemical-release rocket experiments

*渡邊 太郎[1]、山本 真行[1]、柿並 義宏[2]
*Taro Watanabe[1], Masa-yuki Yamamoto[1], Yoshihiro Kakinami[2]

1. 高知工科大学、2. 北海道情報大学
1. Kochi University of Technology, 2. Hokkaido Information University

極域カスプにおける中性大気加熱現象の観測的裏付けを得るためにはカスプにおけるジュール加熱と電場のゆらぎを見積もる必要があり、それを達成するために太陽極端紫外光(EUV)により短時間でイオン化するBaと短時間にはイオン化しないSrを観測ロケットから放出し、Ba^+とSrの共鳴散乱発光をトレーサーとして地上2地点から観測し極域カスプにおけるプラズマドリフトと中性大気風を同時観測する日米共同のロケット実験Cusp Region Experiment 1(CREX-1) が2014年11月に行われたが、カスプ領域の観測は行えなかった。現在、CREX-1の結果と課題を踏まえ、2019 年 12 月にカスプ領域の観測を目指すCusp Region Experiment 2(CREX-2)、 The Joint Japan-U.S. Cusp Heating Investigation(CHI)の2 機の観測ロケットを用いた宇宙実験を計画中である.

将来目標として、次回実験に向けて一意に発光雲の動きを三次元的にトレースするアルゴリズム開発を目指し、本研究ではその基礎としてCREX-1の画像データを利用して人工発光雲座標の精密解析法の基礎開発を行った。

解析のはじめに、観測画像の輝度校正のために積分球を用いて行われたCREX-1光学観測系校正実験のRAW画像から校正用データを作成した。画像からイメージセンサに対するレンズ中心のズレとレンズの周辺減光特性を測定して、各条件における輝度代表値を決定するための画像中の平均範囲を決定した後、イメージセンサの露光特性を測定した。今回は、これまではJPEG画像からの解析を行なってきたが、無加工データの利用や輝度分解能向上を期待して新たにRAW画像を用いた解析手法の確立を目指し、JPEGとRAWの露光特性の比較を行った。次に、Sr発光雲1つに対して、輝度に対して線形補間内挿で画素間を補間した曲面および多項式近似を行なった曲面で最急降下法による最適化を行なって輝度極大を求めた。さらに手作業で決定した中心60点とその重心との比較を行い、これまで手作業で行われてきた中心決定作業を最適化で一意に行う事が可能か検討した。また、今後開発予定である画像中から発光雲を探索する処理においてノイズとなる背景光を除去するために背景光画像が必要だが、今回は同構図で背景のみの画像がなく、発光雲が写った画像を比較暗合成し背景光画像の作成を試みた。さらに、ターゲット画像と背景光画像の差の絶対値の総和を最小化する係数を最適化によって求め、これを用いて背景光の明るさの時間変化に追従する手法も試みた。

柿並 他(2015)によるJPEG画像から測定した露光特性と、今回解析したRAW画像の露光特性を比較すると、JPEGでは弓形のガンマ曲線となっているがRAW画像では線形となったことから、JPEG画像の露光特性は現像時の「味付け」だと考えられる。また最急降下法では、開始点8点すべてから同じ点に収束したことから一意に決定するという点では有効だと考えられる。ただし連続画像に対して発光雲を二次元トレースしたときの発光雲の軌跡は最急降下法と手作業ではあまり似ておらず、最急降下法で得られる点は真の中心ではない可能性がある。最後に、比較暗合成および背景光の明るさ変化に追従した背景光除去については、背景光とその勾配が効果的に除去でき、発光雲と星を抽出できたが、合成画像に発光雲の影が残り、除去時に発光雲の形状に影響を及ぼしていた。また、太陽高度が高くなると太陽方向で背景光が急激に明るくなり、低仰角の背景光が除去しきれなくなった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

結論として、RAW画像の利用により8 bitから14 bitの輝度分解能の向上のほか各色チャンネルの無加工データ抽出によるSN向上や線形の露光特性が得られるなど、数値解析におけるRAW画像の有用性が示された。発光雲の中心決定手法については、最急降下法は一意に極大を求められるが真の中心でない可能性があるため、今後別の手法を検討し、最適な手法を模索していく。背景光除去については、背景光勾配除去に対しては効果的であるが合成段で残る発光雲の影の影響が大きいという課題がある。この結果を踏まえて今後、最終的には発光雲の三次元トレースを行うアルゴリズムの開発を行っていく。

参考文献：
柿並義宏, 渡部重十, 山本真行, 木原大城, M. Conde, M.F. Larsen, カスプ領域でのバリウム・ストロンチウムを用いた熱圏風・プラズマドリフト計測，第 138 回地球電磁気・地球惑星圏学会講演会, 2015.

キーワード：観測ロケット、極域カスプ、中性大気風、プラズマドリフト、熱圏
Keywords: Sounding Rocket, Polar Cusp, Neutral Atmospheric Wind, Plasma Drift, Thermosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

MSTIDに伴う中性大気密度とプラズマ密度の変動
Neutral and plasma density perturbations in the top-/bottom-side ionosphere associated with MSTIDs

*鈴木 臣[1]、Jaeheung Park[2]、大塚 雄一[3]、塩川 和夫[3]、Liu Huixin[4]、Hermann Luehr[5]
*Shin Suzuki[1], Jaeheung Park[2], Yuichi Otsuka[3], Kazuo Shiokawa[3], Huixin Liu[4], Hermann Luehr[5]

1. 愛知大学地域政策学部、2. Korea Astronomy and Space Science Institute、3. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、4. 九州大学理学研究院地球惑星科学専攻 九州大学宙空環境研究センター、5. Helmholtz Centre Potsdam, GFZ, German Research Centre for Geosciences
1. Faculty of Regional Policy, Aichi University, 2. Korea Astronomy and Space Science Institute, 3. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 4. Earth and Planetary Science Division, Kyushu University SERC, Kyushu University, 5. Helmholtz Centre Potsdam, GFZ, German Research Centre for Geosciences

Medium-scale traveling ionospheric disturbances (MSTIDs) are a well-known wavy structure in the F-region ionosphere. They typically have a horizontal wavelength of several hundred kilometers and a periodicity of about one hour. Although, the MSTIDs were considered to be caused by atmospheric gravity waves, recent studies have suggested that the generation of the MSTID in nighttime is highly associated with coupling processes between the E- and F-region electrodynamics. To confirm the different processes in the MSTID generation in daytime and nighttime, CHAMP satellite measurements would be greatly helpful; CHAMP plasma and neutral density data obtained in the day- and night-side sector can monitor the phase relations between the neutral (i.e., atmospheric gravity wave) and ionospheric plasma perturbations simultaneously at the top-side F-region (approximately 400 km).

As the first step in the abovementioned research, we compared the MSTID signatures between the CHAMP and ground-based 630-nm airglow measurements to validate the MSTID detection by CHAMP. Airglow imaging is a quite useful technique to investigate two-dimensional characteristics of the nighttime MSTIDs. Horizontal parameters of the MSTIDs (such as wavelengths, motions, and their spatial extent) can be estimated directly with a high spatial and temporal resolutions through the 630-nm airglow emission in the bottom-side F-region. Previous study by Park et al. [2009, JGR] made an investigation of spatial signatures regarding one MSTID event using airglow images along the CHAMP orbit. The Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, has operated airglow imaging network, as the OMTI system, around the world since 2000; this network gives much more chance to make coordinated measurements with CHAMP. We found three clear MSTID events (March 15, 2004, February 15, 2007, and January 12, 2007) in which CHAMP passed over the field-of-views of the OMTI camera.

In this presentation, we will report phase relations between the neutral and plasma density perturbations associated with the MSTID events.

キーワード：中規模伝搬性電離圏擾乱
Keywords: MSTID

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ロケットによる電離圏TEC変動解析
Analysis of ionospheric TEC fluctuation by rocket

*武川 毅[1]、中田 裕之[1]、大矢 浩代[1]、鷹野 敏明[1]、津川 卓也[2]、西岡 未知[2]
*Tsuyoshi Takegawa[1], Hiroyuki Nakata[1], Hiroyo Ohya[1], Toshiaki Takano[1], Takuya Tsugawa[2], Michi Nishioka[2]

1. 千葉大学大学院融合理工学府、2. 情報通信研究機構
1. Graduate School of Integrated Science and Technology, Chiba University, 2. National Institute of Information and Communications Technology

先行研究より，巨大地震や台風，火山噴火といった地表付近の現象に伴って大気波動が生じ、これにより電離圏変動が引き起こされることが知られている。近年ではロケットによっての電離圏変動が確認されており、先行研究でもテポドン2号による電離圏変動が報告されている(Lin et al., 2014,2017)。発射から約5分後に電離圏変動の第一波としてロケットの排気によっての化学反応から電子が減少、そして発射から約30分後に第二波が確認されている。そこで本研究ではH2Aロケット25号29号の打ち上げに伴うTEC変動の解析を、GEONETデータを用いて行った。その結果、H2Aロケットの発射から５分後にロケット軌道より約100 kmの距離に、VTECの大きな減少として電離圏変動の第一波が観測された。また音波のレイトレーシングにより変動が観測された時間は、ロケットの軌道上の点からTEC貫通点まで音波が伝搬する時間と一致することが確認された。また、ロケット発射から30分後に第一波に比べ変動周期の早い第二波が先行研究と同様に確認された。第二波の到達時間を第一波と同様に計算したところ地面に1回反射した後の到着時間と一致したことが明らかになった。

キーワード：電離圏、ロケット、TEC
Keywords: ionospheric, rocket, TEC

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

H-IIA ロケット打ち上げに伴う電離圏変動の解析
Examinations of the ionospheric perturbation associated with H-IIA rockets launching

*山﨑 淳平[1]、中田 裕之[1]、大矢 浩代[1]、鷹野 敏明[1]、細川 敬祐[2]、冨澤 一郎[2]
*Junpei Yamazaki[1], Hiroyuki Nakata[1], Hiroyo Ohya[1], Toshiaki Takano[1], Keisuke Hosokawa[2], Ichiro Tomizawa[2]

1. 千葉大学大学院工学研究院、2. 電気通信大学大学院情報理工学研究科
1. Graduate School of Engineering, Chiba University, 2. Department of Communication Engineering and Informatics, University of Electro-Communications

大規模な地震や火山の噴火などの自然災害により、電離圏において擾乱が発生することが報告されている。これは自然災害により生じた音波や大気重力波が電離圏に伝播するためである。また、ロケット打ち上げに伴う大気波動や排出煙によりテポドン打ち上げに伴い、TEC 変動が発生することがGEONETデータによる解析結果として報告されている(Lin et al.,2014,2017)。テポドンは日本の上空を通過したが、日本上空を通過しないロケットについて、ロケットの軌道から離れた位置における電離圏の変動は極めて報告が少ない。そこで、本研究ではHF ドップラー観測を用いて、H-IIA ロケット(25 号、25 号) 打ち上げに伴う、比較的離れた位置での電離圏の変動を解析した。

ロケット打ち上げに伴い、柿岡、藤沢(26 号のみ)、菅平の各観測点で、ロケット打ち上げから約35 分後にドップラーシフトの変動が確認された。この時刻は、ロケットからの音波が地面で1 回反射後に観測点に届いた時刻と一致したことが音波のレイトレイシングの結果より確認された。また、これらの変動周波数は5~10 mHz(周期では100~200 s) の帯域の変動強度が上昇していることがどちらのイベントでも確認された。これはLin et al(2014)でのロケット軌道の近くのTEC 変動と同様であった。ドップラーシフトについては、ロケットからの音波が直接観測点に到達した変動よりも、1 回地面に反射して観測点に到達した変動のほうが大きかった。この理由として、ロケットからの音波が地面で反射せずに直接観測点に到達した経路が、高度約200~250km を通過していたことが考えられる。一般に高高度において、約10mHz の大気波動は強く減衰を受けるため、直接観測点に到達した音波の振幅は減衰し、電離圏の変動が小さかったと考えられる。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Explosion energy derived from the 2015 Kuchinoerabujima eruption: Estimation from infrasound less than 0.01 Hz detected by barometers, seismometers, and TEC

*中島 悠貴[1]、西田 究[1]、青木 陽介[1]、日置 幸介[2]
*Yuki Nakashima[1], Kiwamu Nishida[1], Yosuke Aoki[1], Kosuke Heki[2]

1. 東京大学地震研究所、2. 北海道大学理学研究院自然史科学専攻
1. Earthquake Research Institute, 2. Natural History Sciences, Hokkaido University

This study discusses the amount of energy emitted to the atmosphere as acoustic waves of less than 0.01 Hz by the 2015 Kuchinoerabujima volcano, southwest Japan, eruption derived from barometers, broadband seismometers, and GNSS-TEC observations.
Kuchinoerabujima is one of the volcanic islands of active recently. The volcano erupted at 0:59 UT on 25th May 2015. Many previous studies pointed out that this is a phreatomagmatic eruption and involves a lateral signal (e.g., Kobayashi, 2017; Matsuzawa et al., 2016; Yamada et al., 2017). Yamada et al. (2017) found that barometric data include two phases in about 20 sec. In the first stage, the volcanic plume went up with a pressure pulse, and the second another pulse corresponds to the plume growing laterally. The seismic source time function of that has a component of north-south direction obviously (Matsuzawa et al. 2016).
We found atmospheric disturbances with a characteristic frequency of ~0.01 Hz in all the observations. The frequency range is equivalent to the highest part of the detectable band in the ionosphere. We detected the signal of lower atmospheric perturbation from F-net, an array of broadband seismometers installed by NIED, and a barometer array along the Japanese coastline in front of the Pacific ocean by AIST. As the ionospheric observation, we used GNSS-TEC time series extracted from GEONET 1 Hz sampling data. The waveform feature is very similar to ionospheric disturbances excited by Asama volcano on 1st September 2004 (Heki, 2006; Chonan et al., 2017).
We tried to reproduce the observed signal and estimate the magnitude of the energy source using the ray-tracing method. Atmospheric parameters are inputted from NRLMSISE-00 (Picone et al., 2002), HWM-14 (Drob et al., 2015), IRI2016 (Billitza et al., 2016), and IGRF-12 (Thébault et al., 2015). We put an isotropic energy source on the ground in the windy atmosphere.
The estimated travel time by ray-tracing is consistent with the observation, indicating that the excited atmospheric perturbation simply propagates isotropically without wave broadening due to dispersion discussed in Dautermann et al. (2009a).
If we choose the source energy as 10^8 J, our model expects about one-third of the observed signal in both the lower atmosphere in the far field and the ionosphere. This amount of energy is 10^{1-2} times larger than that of the 2004 Asama eruption estimated from TEC observation (Heki, 2006). It seems to depend on not only the difference of volcanic eruption magnitude but also the crude assumption like ignoring the geomagnetic effect and geometrical spreading same as Dautermann et al. (2009) suggested.
We were not able to find any evidence for anisotropic radiation of energy as stated in some previous studies, suggesting that infrasound of such very low frequencies infrasound (< ~0.01 Hz) responds to with a longer time constant such as the growth of the thermal plume.
Acknowledgment
We would thank GSI, JMA, AIST, and NIED which provide GNSS, barometer, microphone, and broadband seismometer data.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：GPS-TEC、GNSS-TEC、火山噴火、インフラサウンド、広帯域地震計
Keywords: GPS-TEC, GNSS-TEC, Volcanic eruption, Infrasound, Broadband seismometer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

機械学習を用いたイオノグラムにおけるスプレッドFの検出
Detection of spread-F echoes in ionograms using machine learning

*中田 裕之[1]、後藤 佑太[2]、大矢 浩代[1]、鷹野 敏明[1]
*Hiroyuki Nakata[1], Yuta Goto[2], Hiroyo Ohya[1], Toshiaki Takano[1]

1. 千葉大学大学院工学研究院、2. 千葉大学工学部電気電子工学科
1. Graduate School of Engineering, Chiba University, 2. Department of Electrical and Electronics Engineering

Ionospheric irregularities referred to as equatorial spread-F is very important phenomena in terms of radio wave propagation because their spatial scales are from centimeters to tens of kilometer and they affects wide-band radio waves. Therefore, they influence the reliability of satellite-ground communications, navigation systems and so on. The ionogram is one of the important observation system of spread-F. Because the detection of spread-F in the ionogram is done manually, detection of spread-F could be replaced with automatic detection by developing an excellent machine learning system. In this study, therefore, we have developed a method to detect spread-F in the ionogram automatically using machine learning.
In this detection process, we have arranged two classifiers for typical frequency-type and mixed (frequency-type and range-type) spread-F echoes in the ionograms. A number of correct images must be prepared for these classifiers to learn the feature values of spread-F. To do so, ten thousands of correct images were generated by create_samples utility provided by OpenCV library. Using these classifiers, we have detected the both types of spread-F echos in the ionograms observed at 4 observatories (Wakkanai, Kokubunji, Yamagawa, Ogimi) utilized by National Institute of Information and Communications Technology. The detection rates of both types of spread-F echos are from 50% to 73% and both classifier detected both types of spread-F echos similarly. Namely, the classifier for the frequency-type spread-F echo detected both of the frequency-type and mixed-type echos, and vice versa. In case where the two types of spread-F echos are not distinguished, on the other hand, both of classifiers detect 80% of total spread-F echos. In addition, the classifiers also picked up some other phenomenon , such as overlapped traces of O-mode and X-mode, multi-hop trace.
As for the future plan, there might be several way to improve the detection rate; to use more classifiers, to make the classifiers be precisely with more training data, and so on. However, a number of correct images are inevitable in machine learning. In order to prepare such a number of images, it may be effective to generate training data using deep generative model.

キーワード：スプレッドF、イオノグラム、機械学習
Keywords: spread F, ionogram, machine learning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

観測ロケット搭載のためのGNSS-TEC受信機の性能評価
Evaluation of GNSS-TEC receiver performance for sounding rocket installation

*奥村 誠[1]、芦原 佑樹[1]
*Makoto Okumura[1], Yuki Ashihara[1]

1. 奈良工業高等専門学校
1. National Institute of Technology, Nara College

地球大気の上層に存在する太陽光線に含まれるX線や紫外線などにより電離された多電子領域は、電離圏と呼ばれている。電離圏擾乱は衛星通信障害やGNSSの測位誤差を引き起こすが、その生成過程の解明には電離圏電子密度の空間構造観測が不可欠である。

電離圏観測は、Ionosonde、GNSS-TEC等をはじめとしたリモートセンシング手法で行われるのが一般的である。IonosondeはF領域の電子密度ピーク以下の高度について、GNSS-TECは伝搬経路上の全電子数について観測できるが、電離圏の空間構造は得られない。そのため、空間構造観測にはパルスレーダ等が用いられる。本研究では、電離圏観測手法の新たなアプローチとしてロケットGNSS-TECトモグラフィ法を提案する。観測ロケットにGNSS-TEC受信機を搭載し、電離圏E領域とF領域の境界を飛翔することで、F領域のみのTECデータが取得できる。

観測ロケットは1～2Hz程度の速度でスピンするため、観測ロケット構体側面にGNSSアンテナを取り付ける場合には受信信号が不安定となると予想される。そのため、観測ロケットの構体モデルを製作し、地上回転試験を行った。実験に際しては、地上反射波の影響を受けないように配慮した。本研究では、取得したデータの搬送波位相の解析を行ったところ、回転速度が定常状態では概ね位相データが得られた。しかしながら、TECを算出したところ、定常状態でも60 TECU以上の変動がみられたため、アンテナシステムの再検討が必要である。

キーワード：電離圏、GNSS-TEC、観測ロケット
Keywords: ionosphere, GNSS-TEC, sounding rocket

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ISS-IMAP/VISI観測による大気光擾乱とプラズマバブル発生との関係性について

Relationship between mesosperical airglow disturbance and occurrence of equatorial plasma bubbles

*岡田 凌太[1]、齊藤 昭則[1]、池田 孝文[1]、品川 裕之[2]、津川 卓也[2]、坂野井 健[3]
*Ryota Okada[1], Akinori Saito[1], Takafumi Ikeda[1], Hiroyuki Shinagawa[2], Takuya Tsugawa[2], Takeshi Sakanoi[3]

1. 京都大学大学院理学研究科地球物理学教室、2. 国立研究開発法人情報通信研究機構、3. 東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター
1. Department of Geophysics, Graduate School of Science, Kyoto University, 2. National Institute of Information and Communications Technology, 3. Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Graduate School of Science, Tohoku University

Ionosphere, Mesosphere, upper Atmosphere and Plasmasphere mapping mission from the ISSのVisible and near Infrared Spectral Imager(ISS-IMAP/VISI)の波長762nm大気光データを解析し、中間圏における大気重力波がプラズマバブルの発生にどのような影響を与えているのか調べた。赤道電離圏において電子密度が大きく減少した領域が観測されることがあり、プラズマバブルと呼ばれている。プラズマバブルは、電離圏底部の微小擾乱がレイリー・テイラー不安定性によって成長するという発達機構が考えられているが、先行研究からはこの微小擾乱としては中規模（~600km）の大気重力波が有力視されている。大気重力波の発生には経度や季節による変動が予想されており、また数日程度の短周期の変動があると考えられている。そのような大気重力波の変動が、プラズマバブルの発生においてレイリー・テイラー不安定性の成長率だけでは説明できない変動の原因となっていると考えられる。大気重力波の経度による変動としては、ISS-IMAP/VISIの波長762nm大気光データを用いて同心円上大気重力波の分布を示した先行研究によりアフリカ西部地域の方が東部地域よりも同心円上重力波が多く見られることが報告されており、近接する地域でも発生が大きく異なることが知られている。本研究では中間圏における大気重力波がプラズマバブルの経度による出現特性の違いにどのように寄与しているのかを調べた。ISS-IMAP/VISIは2012年９月から2015年８月に渡って夜間の大気光を高度約400kmを約8km/sで移動しながら天底方向に、軌道方向に対して45度の前後２方向への視野で観測した。ISS-IMAP/VISIから得られた波長762nm大気光データを解析して高度95kmにおける大気の擾乱度を同定した。GPS-Total Electron Content（TEC）データの偏差の標準偏差値、Rate of TEC Index (ROTI)を用いて得られたプラズマバブルの発生率や大気圏・電離圏統合モデルGround-to-topside model of Atmosphere and Ionosphere for Aeronomy(GAIA)によって得られたパラメータから算出されたレイリー・テイラー不安定性の成長率などと比較した。GPS-TECデータによるプラズマバブル発生の様子と大気圏・電離圏統合モデルGAIAの結果から算出して得られたレイリー・テイラー不安定性の線形成長率との関係性にISS-IMAP/VISIの762nm大気光データから得られる高度95kmの大気重力波の活動度がどのように関わるのかについて調べた結果を報告する。

キーワード：プラズマバブル、大気光
Keywords: Equatorial Plasma Bubbles, Airglow

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GAIAを用いた赤道プラズマバブルの発生・成長を支配するパラメータの解析

Analysis of parameters controlling the occurrence and growth of equatorial plasma bubbles using GAIA

*品川 裕之[1]、陣 英克[1]、三好 勉信[2]、藤原 均[3]、横山 竜宏[4]、大塚 雄一[5]
*Hiroyuki Shinagawa[1], Hidekatsu Jin[1], Yasunobu Miyoshi[2], Hitoshi Fujiwara[3], Tatsuhiro Yokoyama[4], Yuichi Otsuka[5]

1. 国立研究開発法人情報通信研究機構、2. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3. 成蹊大学理工学部、4. 京都大学、5. 名古屋大学宇宙地球環境研究所
1. National Institute of Information and Communications Technology, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Sciences, Kyushu University, 3. Faculty of Science and Technology, Seikei University, 4. Kyoto University, 5. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

我々はこれまでの研究で、全大気圏-電離圏結合モデルGAIAを用いて電離圏におけるレイリー・テイラー(R-T)不安定性の線形成長率を求め、観測との比較を行ってきた[Shinagawa et al., 2018]。その結果、R-T不安定性の線形成長率が高い値を持つ日は赤道プラズマバブルが実際に発生さた日とかなりよく一致することがわかった。従来から言われているように、GAIAモデルの線形成長率の解析から、赤道プラズマバブルの発生・成長は下層大気からの大気波動と地磁気活動の両方の影響を受けることが示唆されている。しかし、電場、電子密度、中性大気の密度、速度などのさまざまなパラメータのうち、何がどの程度効いているかについては、定量的に明らかになっていない。本発表では、これらのパラメータが変化した時に、R-T不安定性の線形成長率がどのように変わるかを調べ、赤道プラズマバブルの発生・成長を支配するパラメータの重要性を調べた結果を報告する。

キーワード：電離圏、大気圏、モデル、プラズマバブル、線形成長率、パラメータ
Keywords: Ionosphere, Atmosphere, Model, Plasma bubble, Linear growth rate, Parameter

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中緯度スポラディックE層が有する不均一構造に関する３次元数値モデルの開発

A three-dimensional numerical model to study the modulation of midlatitude E_s-layers

*安藤 慧[1]、齊藤 昭則[1]、品川 裕之[2]、宮崎 真一[1]
*Satoshi Andoh[1], Akinori Saito[1], Hiroyuki Shinagawa[2], Shin'ichi Miyazaki[1]

1. 京都大学大学院理学研究科、2. 国立研究開発法人情報通信研究機構
1. Graduate School of Science, Kyoto University, 2. National Institute of Information and Communications Technology

中緯度におけるスポラディックE層の生成・発達・消滅のメカニズムを解明するための３次元数値モデルを開発した。

スポラディックE層（以下Es層）は、高度100 km付近に生じるプラズマの高密度層である。Es層は熱圏・中間圏から伝播してくる大気波動や電離圏E-F領域の電磁気学的結合によって影響を受けるため、超高層大気の物理を理解するうえで重要な現象であるといえる。

現在、Es層の発生機構はWindShear理論が通説となっている。それによるとEs層の成因は東西中性風シアー起因のものと南北中性風シアー起因のものの２つに大別できる。この2つの成因のどちらの寄与がEs層形成に大きいかは高度によって異なってくる。

近年では観測の充実により、Wind shear理論だけでは説明のできないEs層の不均一な構造が発見されてきている。この構造は大気重力波によるEs層の変調、中性風シアーによるKelvin-Helmholtz不安定性、Es層不安定性などが原因として考えられている。これら一つ一つを原因として不均一構造を再現した数値モデルは存在するが、３つの原因全てを考慮して再現したモデルはいまだない。時間が経過するほどに一つ一つの原因がどれくらいEs層の不均一構造へ影響を与えるかの一貫性のある説明のために、そのようなモデルの開発は必要不可欠である。

我々が開発した３次元数値モデルはO^+、O_2^+、N^+、N_2^+、NO^+、Ca^+の計６種のイオンを含み、一様に分布させた地球磁場中において、イオンの輸送過程、化学過程の双方を解く。また、中性大気密度の背景場としてはNRLMSISE-00を用いている。計算領域では鉛直方向に高度85 kmから305 km、経緯度方向に5度×5度の三次元極座標を使用しており 、分解能はそれぞれ1 km、0.1度である。それに加えて、時間分解能は1秒である。
本モデルは緯度、経度、UTを入力パラメータとし、上記の計算領域内で、中緯度帯の電離圏シミュレーションを行なう。

本発表では擬似的な東西・南北中性風シアーとして中性風速度の振幅を鉛直方向に正弦波的に与え、低高度・高高度において東西・南北どちらの中性風シアーがCa^+の高密度層形成により影響を与えるかを再確認した。
結果として、低高度では東西風シアーの影響が大きく、高高度では南北風のシアーの影響が大きいという従来の研究と整合的な数値実験結果が得られた。
また、GSWMモデルやHWM14モデルの中性風を本モデルに組み込むことで、より現実に即したEs層の発生機構を吟味した。

これらを踏まえたうえで発表では今後の展開を紹介する。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：スポラディックE層、中緯度、シミュレーション、電離圏
Keywords: sporadic E layer, midlatitude, simulation, ionosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ハワイで得られた大気光画像中に見られる中間圏・電離圏波動の水平位相速度分布の統計解析

Statistical analysis of the horizontal phase velocity distribution of mesospheric and ionospheric waves observed in airglow images in Hawaii

*内藤 豪人[1]、塩川 和夫[1]、大塚 雄一[1]、坂野井 健[2]、齊藤 昭則[3]、中村 卓司[4]
*Hideto Naito[1], Kazuo Shiokawa[1], Yuichi Otsuka[1], Takeshi Sakanoi[2], Akinori Saito[3], Takuji Nakamura[4]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター、3. 京都大学大学院理学研究科地球物理学教室、4. 国立極地研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Graduate School of Science, Tohoku University, 3. Department of Geophysics, Graduate school of science, Kyoto University, 4. National Institute of Polar Research

Matsuda et al. [JGR, 2014]は、3次元高速フーリエ変換を用いて画像中に見られる波のパワースペクトル密度の水平位相速度と伝搬方向の導出手法を提案した。Takeo et al. [JGR, 2017]やTsuchiya et al. [JGR, 2018]はこの手法を日本の信楽観測点や陸別観測点での観測に当てはめ、16年間の長期の大気波動の変動を明らかにした。しかし、この手法を赤道近くで得られた大気光画像の解析に用いた例はない。本研究では、信楽や陸別と緯度・経度・地形が大きく異なるハワイのハレアカラ観測点(20.7°N, 203.7°E)で2013年から2016年の3年間に得られた波長557.7 nmと630.0 nmの大気光画像にMatsuda et al. [JGR, 2014]の解析方法を適用し、この赤道近くの低緯度域での大気重力波とMSTIDの統計的な特徴を明らかにするとともに、Takeo et al. [JGR, 2017]やTsuchiya et al. [JGR, 2018]による信楽や陸別で見られた特徴との比較を行った。3年間の位相速度スペクトルの平均から、波長557.7 nmの大気光画像に見られた大気重力波は、伝搬方向に関しては、夏に真東と真西方向に伝搬する波が少なく、冬に南に伝搬する波が多かった。パワースペクトル密度に関しては、春と夏が強く、冬が弱かった。信楽や陸別では、夏に東、冬に西と伝搬方向が反対になることが分かっていたが、ハレアカラでは夏と冬の東西方向の伝搬に違いは見られなかった。これは中間圏ジェット気流のピーク近くの緯度に位置する陸別と信楽に対し、ハレアカラは中間圏ジェット気流のピークから離れた緯度に位置するため、中間圏ジェット気流によるウインドフィルタリング効果が陸別と信楽に比べて小さく、波の伝搬方向の制限をあまり受けなかったためだと考えられる。波長630.0 nmの大気光画像に見られたMSTIDの解析では、強いスペクトルを示す晩が4晩あり、これらの晩のスペクトルに平均スペクトルが大きく依存してしまうことがわかったため、スペクトルの強い晩のデータを取り除いて、季節ごとの平均水平位相速度スペクトルを計算した。スペクトルの強い日を除いた平均スペクトルは、夏に北西～南方向と北～南東方向が多く、秋は南東方向が多かった。パワースペクトル密度に関しては冬が最も強く、主に東西方向に波が伝搬していた。また春は全体的にパワースペクトル密度が弱かった。またハレアカラの結果を信楽と陸別の結果と比較すると、信楽と陸別では季節を問わず、南西方向の波が卓越する一方で、ハレアカラでは南西方向の波の卓越は見られなかった。また波のパワースペクトル密度の比較ではハレアカラのほうが弱かった。これはMSTIDに伴う分極電場が真夜中前では低緯度側に存在する赤道異常によって減衰するためであり、真夜中後でもMPB(Midnight Pressure Bulge)に関連すると思われる低緯度側から極向きに移動するMBW(Midnight Brightness Wave)によって減衰するためと考えられる。(Narayanan et al., JGR, 2014)

キーワード：大気重力波、中規模伝搬性電離圏擾乱、ハワイ
Keywords: Atmospheric gravity waves, Medium-scale traveling ionospheric disturbances, Hawaii

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ISS-IMAP VISI による観測データを用いた中間圏 OH 温度の推定
Estimation of mesospheric OH temperature by observation data by ISS-IMAP VISI

*村上 涼[1]、齊藤 昭則[1]、坂野井 健[2]、穂積 裕太[3]
*Ryo Murakami[1], Akinori Saito[1], Takeshi Sakanoi[2], Yuta Hozumi[3]

1. 京都大学、2. 東北大学、3. 電気通信大学
1. Kyoto University, 2. Tohoku University, 3. University of Electro-Communications

一般に、衛星観測のデータは地上観測のデータと比較して波長分解能が劣るため解析が困難である。この研究では 2012 年から 2015 年にかけて ISS-IMAP ミッションで国際宇宙ステーションに搭載された観測装置である可視・近赤外分光撮像装置(VISI) による中間圏の大気光の発光のデータを解析し高度 85 km 付近の中間圏の OH 発光層の温度推定を試みる。従来の研究から、OH 分子がある振動準位間での遷移を行うときの回転レベルの相対存在分布はボルツマン分布に従い、この分布は OH 分子の回転温度によって決定づけられることが知られている。この性質を用いて OH の多波長データから温度の推定を試みる研究はこれまで地上観測のデータに対してのみ用いられてきた。本研究ではこの手法を宇宙空間からの観測のデータに対して適用し、これまでに得られたことのない空間的に大規模な温度分布図を得ることを目指す。解析には Calibration モードと Spectral モードの二種類のモードのデータを用いる。Calibration モードのデータは 500 ~ 900 nm の波長域で観測機器の受光部全体を用いて観測データを記録しており、Spectral モードのデータは 6 つの ROI (Region of interest) の波長域に絞って観測を行い、空間的な位置情報とともに観測データが記録されている。解析は Spectral モードのデータを中心に行う。828nm 付近の OH の多波長データに対して、宇宙線による Salt-and-pepper-noise の除去や random sample consensus アルゴリズムを用いた人工的なノイズの含まれるデータの除去を行い、得られたスペクトル図に対して波長分解能の低さを補うためにガウス関数によるフィッティングを行ったうえで温度の推定を試みた。

キーワード：電離圏、大気光、中間圏、OH、ISS-IMAP、温度
Keywords: ionosphere, airglow, mesosphere, hydroxyl, ISS-IMAP, temperature

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中間圏界面におけるNOx・HOx光化学過程の全大気大循環モデルへの導入

Implementation of photochemical process of NOx and HOx into a whole atmosphere GCM

*三好 勉信[1]、藤原 均[2]
*Yasunobu Miyoshi[1], Hitoshi Fujiwara[2]

1. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2. 成蹊大学理工学部
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Sciences, Kyushu University, 2. Seikei University

中間圏界面領域において、NO分布は赤外放射にとって重要であるし、HOxは、オゾン生成や消滅過程を理解するうえで不可欠である。したがって、NOx・HOxの生成・消滅・輸送過程を数値モデルに正確に組み込むことは、中間圏界面付近での熱収支や大気大循環を理解するうえで極めて重要である。そこで本研究では、を含んだ全大気大循環モデルにNOx・HOxに伴う光化学過程を組み込むこととした。これらの光化学過程を組み込むことで、太陽活動変動が、中間圏・熱圏に及ぼす影響についてより正確な見積もりが可能となる。また、二酸化炭素増加による中層・超高層大気の寒冷化などについてもより正確なエネルギー収支の見積もりが可能となる。本発表では、NOx・HOxに伴う光化学過程のモデルへの組み込みの現状や初期結果について報告する。さらに、今後の光化学過程の開発予定についても紹介する。

キーワード：大気大循環、光化学過程
Keywords: the general circulation of the atmosphere, photochemical process

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中間圏大気組成変動機構の解明を目指したラグランジュ型化学輸送モデルの開発

Development of a Lagrangian chemical transport model to understand the mechanism of composition change due to change in atmospheric environment

*中西 慎吾[1]、長浜 智生[1]、水野 亮[1]、中島 拓[1]、石島 陸[1]
*Shingo Nakanishi[1], Tomoo Nagahama[1], Akira Mizuno[1], Tac Nakajima[1], Riku Ishijima[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

中間圏の大気微量分子組成は、そこでの大気密度が小さいことから地球内外の環境変動の影響を受け、大きく変動する。近年人工衛星等による観測から、太陽活動に起因した高エネルギー荷電粒子の地球大気への大規模な降りこみ（Energetic Particle Precipitation: EPP）による極域中間圏のNO_xやHO_x増加とそれによるオゾンの減少が検出されており、同様のことが磁気圏加速電子の降りこみ等、各種の高エネルギー粒子の振りこみ現象に付随して起こることが予想される。そこで我々は、これまでに北海道陸別町、昭和基地（南極）、アタカマ高地（チリ）、リオ・ガジェゴス（アルゼンチン）、トロムソ（ノルウェー）にミリ波分光観測装置を設置し、成層圏・中間圏のオゾンやNO_x・HO_x、オゾン層破壊物質等の大気微量分子の定常観測を行い、高エネルギー粒子の振りこみ等の自然現象による大気組成変動機構に関する研究を進めている。

これらの観測に加えて、我々は様々なEPP等による成層圏・中間圏の大気微量分子組成変動機構を解明し、その影響を評価するために、局所的・突発的なイベントのシミュレーションに適しているラグランジュ型化学輸送モデルの開発を進めている。このモデルはラグランジュ型拡散モデル（FLEXPART）を拡張し、中間圏の気象場データと化学反応過程を取り込んだものである。FLEXPARTは現在、気象場のインプットデータとしてNCEPとECMWFの再解析データが利用でき、地表から高度約40kmまで流跡線解析が可能であるが、本研究の対象である中間圏は含まれていない。そこで我々は、シミュレーション範囲を中間圏まで拡張するために、新たにインプットデータとしてMERRA2再解析データを利用できるように拡張し、地表から高度約80kmまでの流跡線解析が可能となった。流跡線解析の正確性を確かめるために高度15km,45km,55km,70kmで1週間の流跡線解析を行い、他の流跡線解析モデルと比較を行った。また、FLEXPARTでは化学反応過程としてOHによる消失のみを考慮しているが、EPP等による化学反応過程では、中性分子の反応だけでなく、イオン分子反応、電離・解離、イオン再結合などを含むため、非線形化学反応を別途計算する必要がある。そこで我々は、化学反応計算ソフトウェアであるKinetic Preprocessor（KPP）をFLEXPARTに組み込むことで、成層圏・中間圏における各種化学反応過程を取り込んだ。これまでに、KPP単体で成層圏・中間圏の化学反応を計算し、中間圏オゾンの昼夜変動を確認した。

発表では、他の流跡線解析モデルとの比較結果と、いくつかのEPP事例のシミュレーション結果を発表する。

キーワード：中間圏、オゾン、高エネルギー粒子、化学輸送モデル
Keywords: mesosphere, ozone, high energy particle, chemical transport model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_1

[P-EM17] 宇宙プラズマ理論・シミュレーション

コンビーナ:梅田 隆行(名古屋大学　宇宙地球環境研究所)、天野 孝伸(東京大学 地球惑星科学専攻)、成行 泰裕(富山大学人間発達科学部)、中村 匡(福井県立大学)

本セッションでは、磁気圏・太陽圏・電離圏・惑星圏のみならず、広く宇宙・天体のプラズマ環境に生起する様々な物理現象に関する理論・シミュレーション研究の議論の場を提供する。宇宙プラズマに関する新しい理論解析手法、新しい計算機シミュレーション手法・計算科学的技術、プロジェクトなどに関するトピック及び、宇宙プラズマ現象に関連した観測データの紹介などの講演を歓迎する。また、宇宙環境計測・利用や宇宙飛翔体環境に関連する理工学的な理論・計算機シミュレーション研究及びプラズマ実験についても扱う。

[PEM17-P01] 高速イオンによる低域混成波不安定性とその非線形発展に関する粒子シミュレーション

*小谷 翼[1]、樋田 美栄子[2]、森高 外征雄[2]、田口 聡[1] (1.京都大学大学院理学研究科、2.核融合科学研究所)

[PEM17-P02] **Study of Kinetic Alfven waves in space plasmas with electron having Kappa distribution**

*SATYAVIR SINGH[1]、Krushna Chandra Barik[1]、Yoshiharu Omura[2]、Gurbax Singh Lakhina[1] (1.Indian Institute of Geomagnetism, New Panvel, India、2.Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, Kyoto, Japan)

[PEM17-P03] 二流体プラズマ方程式に対する高次精度無発散重み付き差分スキーム

*三好 隆博[1]、簑島 敬[2]、松本 洋介[3] (1.広島大学大学院理学研究科、2.海洋研究開発機構数理科学・先端技術研究分野、3.千葉大学大学院理学研究科)

[PEM17-P04] Electromagnetic linear dispersion relation for plasma with a drift across magnetic field

*梅田 隆行[1]、中村 琢磨[2] (1.名古屋大学　宇宙地球環境研究所、2.オーストリア科学アカデミー)

高速イオンによる低域混成波不安定性とその非線形発展に関する粒子シミュレーション

PIC Simulation on nonlinear development of lower-hybrid instabilities driven by energetic ions.

*小谷 翼[1]、樋田 美栄子[2]、森高 外征雄[2]、田口 聡[1]
*Tsubasa Kotani[1], Mieko Toida[2], Toseo Moritaka[2], Satoshi Taguchi[1]

1. 京都大学大学院理学研究科、2. 核融合科学研究所
1. Graduate School of Science, Kyoto University, 2. National Insititute for Fusion Science

Instabilities driven by energetic ions are important issues both for space plasmas and magnetic fusion plasmas. Radio Frequency (RF) waves in the range from the ion cyclotron frequency to the lower hybrid resonance frequency are often observed during the period of neutral beam injection (NBI) in Large Helical Device (LHD) plasmas. The experimental results showed that the peak frequency in the Lower Hybrid Wave (LHW) region has a positive correlation with the electron density and the ion cyclotron emissions (ICEs) have much larger amplitudes than LHW. These waves can be excited by instabilities due to energetic ions generated by the NBI perpendicular to the magnetic field.

Using a one-dimensional, electromagnetic, Particle-In-Cell (PIC) code, we study instabilities driven by energetic ions assuming that the energetic ions have a non-Maxwellian ring-like distribution in the velocity space perpendicular to the magnetic field. This PIC code enables us to self-consistently simulate full dynamics of electrons and ions and evolution of electromagnetic fields, using the full Maxwell's equations and the equations of motion of particles. We focus on the nonlinear evolution of LHW and ICEs caused by continuous energetic-ion injection into a plasma.

The simulation results are as follows. After the rapid growth of the LHW in the early stage, the ICEs gradually become intense. Finally, the ICEs have larger amplitudes than LHW.

キーワード：低域混成波不安定性、イオンサイクロトロン放射、非線形発展、粒子シミュレーション
Keywords: lower-hybrid instabilities, ion-cyclotron emissions, non-linear development, Particle-In-Cell simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Study of Kinetic Alfven waves in space plasmas with electron having Kappa distribution

*SATYAVIR SINGH[1], Krushna Chandra Barik[1], Yoshiharu Omura[2], Gurbax Singh Lakhina[1]

1. Indian Institute of Geomagnetism, New Panvel, India, 2. Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, Kyoto, Japan

A theoretical model is developed by assuming a three component plasma comprising of the cold background ions, hot electrons having kappa distribution and hot ion beams to study the generation of kinetic Alfvén waves (KAWs).The background ions and beam ions are considered Maxwellian and the ion beam is only allowed to have velocity shear and non-uniform streaming. A dispersion relation for the excitation of the kinetic Alfven waves (KAWs) is analyzed. The effect of plasma parameters like number density, propagation angle, temperature, kappa etc. on the excitation of KAWs is examined. A comparative study of the results obtained from this model will be carried out with a plasma model having all the three species as Maxwellian. Further, an application of the theoretical model will be discussed relevant in the Earth’ s magnetosphere.

Keywords: Earth, Magnetosphere, kinetic Alfven waves

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

二流体プラズマ方程式に対する高次精度無発散重み付き差分スキーム
A high-order divergence-free weighted finite difference scheme for the two-fluid plasma equations

*三好 隆博[1]、簑島 敬[2]、松本 洋介[3]
*Takahiro Miyoshi[1], Takashi Minoshima[2], Yosuke Matsumoto[3]

1. 広島大学大学院理学研究科、2. 海洋研究開発機構数理科学・先端技術研究分野、3. 千葉大学大学院理学研究科
1. Graduate School of Science, Hiroshima University, 2. Department of Mathematical Science and Advanced Technology, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Graduate School of Science, Chiba University

近年の磁気流体力学（MHD）方程式に対する数値技法の発展によって、大規模MHD構造と衝撃波-渦相互作用で生ずる微細構造を同時に計算することが可能になった。ただし一方で、微細構造のスケールは、MHD近似の適用限界に達している。したがって、MHDを超えた新たな巨視的プラズマシミュレーションモデルが強く要望される。そこで本研究では特に、局所電荷分離を含む完全二流体プラズマモデルについて検討を行う。計算機性能の向上によって、完全二流体プラズマシミュレーションは近い将来の標準的なシミュレーションモデルになり得ると期待できる。

完全二流体プラズマ方程式は硬いソース項を持つ双曲型保存則（双曲型釣合則）であり、中性流体およびMHDモデルに対して開発された様々な数値技法を適用可能である。Minoshima et al. [1]によって最近、MHD方程式に対する高次精度、無振動、かつ磁場発散のない有限差分スキームが開発された。この手法では、格子頂点に重み付き高次精度補間を行った電場（誘導方程式の数値流束）の高次精度中心差分を用い、スタガード格子上に定義した磁場の時間発展を評価する。本研究では、Minoshima et al.の手法を応用し、格子頂点に重み付き高次精度補間を行った電場および磁場を用い、スタガード格子上でMaxwell方程式を高次精度中心差分により離散化する。イオンおよび電子流体に対する重み付き高次精度差分スキームと合わせて、高次精度、無振動、かつ電場および磁場の発散のないスキームを構築する。本報告では他の手法との比較数値実験を示す。また、時間積分法についても検討を行う。

[1] T. Minoshima, T. Miyoshi, Y. Matsumoto, submitted to Astrophys. J. Suppl.

キーワード：完全二流体プラズマ方程式、高次精度差分、重み付き補間、無発散
Keywords: two-fluid plasma equations, high-order finite difference, weighted interpolation, divergence-free

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Electromagnetic linear dispersion relation for plasma with a drift across magnetic field

*梅田 隆行[1]、中村 琢磨[2]
*Takayuki Umeda[1], Takuma Nakamura[2]

1. 名古屋大学　宇宙地球環境研究所、2. オーストリア科学アカデミー
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. Space Research Institute, Austrian Academy of Sciences

A current across the magnetic field is formed in various situations in plasma. The relative drift between ions and electrons due to the cross-field current becomes a source of various microscopic instabilities. A fully electromagnetic and kinetic linear dispersion relation for plasma with a drift across magnetic field is derived by assuming a uniform background plasma. The dielectric permittivity tensor for shifted Maxwellian velocity distributions is also presented.

キーワード：プラズマ波動、線形理論、分散関係
Keywords: plasma waves, linear theory, dispersion relation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_4

[P-EM17] 宇宙プラズマ理論・シミュレーション

コンビーナ:梅田 隆行(名古屋大学　宇宙地球環境研究所)、天野 孝伸(東京大学 地球惑星科学専攻)、成行 泰裕(富山大学人間発達科学部)、中村 匡(福井県立大学)

本セッションでは、磁気圏・太陽圏・電離圏・惑星圏のみならず、広く宇宙・天体のプラズマ環境に生起する様々な物理現象に関する理論・シミュレーション研究の議論の場を提供する。宇宙プラズマに関する新しい理論解析手法、新しい計算機シミュレーション手法・計算科学的技術、プロジェクトなどに関するトピック及び、宇宙プラズマ現象に関連した観測データの紹介などの講演を歓迎する。また、宇宙環境計測・利用や宇宙飛翔体環境に関連する理工学的な理論・計算機シミュレーション研究及びプラズマ実験についても扱う。

[PEM17-P01] 高速イオンによる低域混成波不安定性とその非線形発展に関する粒子シミュレーション

*小谷 翼[1]、樋田 美栄子[2]、森高 外征雄[2]、田口 聡[1] (1.京都大学大学院理学研究科、2.核融合科学研究所)

[PEM17-P02] **Study of Kinetic Alfven waves in space plasmas with electron having Kappa distribution**

*SATYAVIR SINGH[1]、Krushna Chandra Barik[1]、Yoshiharu Omura[2]、Gurbax Singh Lakhina[1] (1.Indian Institute of Geomagnetism, New Panvel, India、2.Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, Kyoto, Japan)

[PEM17-P03] 二流体プラズマ方程式に対する高次精度無発散重み付き差分スキーム

*三好 隆博[1]、簑島 敬[2]、松本 洋介[3] (1.広島大学大学院理学研究科、2.海洋研究開発機構数理科学・先端技術研究分野、3.千葉大学大学院理学研究科)

[PEM17-P04] Electromagnetic linear dispersion relation for plasma with a drift across magnetic field

*梅田 隆行[1]、中村 琢磨[2] (1.名古屋大学　宇宙地球環境研究所、2.オーストリア科学アカデミー)

高速イオンによる低域混成波不安定性とその非線形発展に関する粒子シミュレーション

PIC Simulation on nonlinear development of lower-hybrid instabilities driven by energetic ions.

*小谷 翼[1]、樋田 美栄子[2]、森高 外征雄[2]、田口 聡[1]
*Tsubasa Kotani[1], Mieko Toida[2], Toseo Moritaka[2], Satoshi Taguchi[1]

1. 京都大学大学院理学研究科、2. 核融合科学研究所
1. Graduate School of Science, Kyoto University, 2. National Insititute for Fusion Science

Instabilities driven by energetic ions are important issues both for space plasmas and magnetic fusion plasmas. Radio Frequency (RF) waves in the range from the ion cyclotron frequency to the lower hybrid resonance frequency are often observed during the period of neutral beam injection (NBI) in Large Helical Device (LHD) plasmas. The experimental results showed that the peak frequency in the Lower Hybrid Wave (LHW) region has a positive correlation with the electron density and the ion cyclotron emissions (ICEs) have much larger amplitudes than LHW. These waves can be excited by instabilities due to energetic ions generated by the NBI perpendicular to the magnetic field.

Using a one-dimensional, electromagnetic, Particle-In-Cell (PIC) code, we study instabilities driven by energetic ions assuming that the energetic ions have a non-Maxwellian ring-like distribution in the velocity space perpendicular to the magnetic field. This PIC code enables us to self-consistently simulate full dynamics of electrons and ions and evolution of electromagnetic fields, using the full Maxwell's equations and the equations of motion of particles. We focus on the nonlinear evolution of LHW and ICEs caused by continuous energetic-ion injection into a plasma.

The simulation results are as follows. After the rapid growth of the LHW in the early stage, the ICEs gradually become intense. Finally, the ICEs have larger amplitudes than LHW.

キーワード：低域混成波不安定性、イオンサイクロトロン放射、非線形発展、粒子シミュレーション
Keywords: lower-hybrid instabilities, ion-cyclotron emissions, non-linear development, Particle-In-Cell simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Study of Kinetic Alfven waves in space plasmas with electron having Kappa distribution

*SATYAVIR SINGH[1], Krushna Chandra Barik[1], Yoshiharu Omura[2], Gurbax Singh Lakhina[1]

1. Indian Institute of Geomagnetism, New Panvel, India, 2. Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, Kyoto, Japan

A theoretical model is developed by assuming a three component plasma comprising of the cold background ions, hot electrons having kappa distribution and hot ion beams to study the generation of kinetic Alfvén waves (KAWs).The background ions and beam ions are considered Maxwellian and the ion beam is only allowed to have velocity shear and non-uniform streaming. A dispersion relation for the excitation of the kinetic Alfven waves (KAWs) is analyzed. The effect of plasma parameters like number density, propagation angle, temperature, kappa etc. on the excitation of KAWs is examined. A comparative study of the results obtained from this model will be carried out with a plasma model having all the three species as Maxwellian. Further, an application of the theoretical model will be discussed relevant in the Earth’ s magnetosphere.

Keywords: Earth, Magnetosphere, kinetic Alfven waves

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

二流体プラズマ方程式に対する高次精度無発散重み付き差分スキーム
A high-order divergence-free weighted finite difference scheme for the two-fluid plasma equations

*三好 隆博[1]、簑島 敬[2]、松本 洋介[3]
*Takahiro Miyoshi[1], Takashi Minoshima[2], Yosuke Matsumoto[3]

1. 広島大学大学院理学研究科、2. 海洋研究開発機構数理科学・先端技術研究分野、3. 千葉大学大学院理学研究科
1. Graduate School of Science, Hiroshima University, 2. Department of Mathematical Science and Advanced Technology, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Graduate School of Science, Chiba University

近年の磁気流体力学（MHD）方程式に対する数値技法の発展によって、大規模MHD構造と衝撃波-渦相互作用で生ずる微細構造を同時に計算することが可能になった。ただし一方で、微細構造のスケールは、MHD近似の適用限界に達している。したがって、MHDを超えた新たな巨視的プラズマシミュレーションモデルが強く要望される。そこで本研究では特に、局所電荷分離を含む完全二流体プラズマモデルについて検討を行う。計算機性能の向上によって、完全二流体プラズマシミュレーションは近い将来の標準的なシミュレーションモデルになり得ると期待できる。

完全二流体プラズマ方程式は硬いソース項を持つ双曲型保存則（双曲型釣合則）であり、中性流体およびMHDモデルに対して開発された様々な数値技法を適用可能である。Minoshima et al. [1]によって最近、MHD方程式に対する高次精度、無振動、かつ磁場発散のない有限差分スキームが開発された。この手法では、格子頂点に重み付き高次精度補間を行った電場（誘導方程式の数値流束）の高次精度中心差分を用い、スタガード格子上に定義した磁場の時間発展を評価する。本研究では、Minoshima et al.の手法を応用し、格子頂点に重み付き高次精度補間を行った電場および磁場を用い、スタガード格子上でMaxwell方程式を高次精度中心差分により離散化する。イオンおよび電子流体に対する重み付き高次精度差分スキームと合わせて、高次精度、無振動、かつ電場および磁場の発散のないスキームを構築する。本報告では他の手法との比較数値実験を示す。また、時間積分法についても検討を行う。

[1] T. Minoshima, T. Miyoshi, Y. Matsumoto, submitted to Astrophys. J. Suppl.

キーワード：完全二流体プラズマ方程式、高次精度差分、重み付き補間、無発散
Keywords: two-fluid plasma equations, high-order finite difference, weighted interpolation, divergence-free

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Electromagnetic linear dispersion relation for plasma with a drift across magnetic field

*梅田 隆行[1]、中村 琢磨[2]
*Takayuki Umeda[1], Takuma Nakamura[2]

1. 名古屋大学　宇宙地球環境研究所、2. オーストリア科学アカデミー
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. Space Research Institute, Austrian Academy of Sciences

A current across the magnetic field is formed in various situations in plasma. The relative drift between ions and electrons due to the cross-field current becomes a source of various microscopic instabilities. A fully electromagnetic and kinetic linear dispersion relation for plasma with a drift across magnetic field is derived by assuming a uniform background plasma. The dielectric permittivity tensor for shifted Maxwellian velocity distributions is also presented.

キーワード：プラズマ波動、線形理論、分散関係
Keywords: plasma waves, linear theory, dispersion relation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

2019年5月30日(木) 13:45 ~ 15:15 | A03 東京ベイ幕張ホール

[P-EM17] 宇宙プラズマ理論・シミュレーション

コンビーナ:梅田 隆行(名古屋大学　宇宙地球環境研究所)、天野 孝伸(東京大学 地球惑星科学専攻)、成行 泰裕(富山大学人間発達科学部)、中村 匡(福井県立大学)、座長:梅田 隆行(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、天野 孝伸(東京大学 地球惑星科学専攻)

本セッションでは、磁気圏・太陽圏・電離圏・惑星圏のみならず、広く宇宙・天体のプラズマ環境に生起する様々な物理現象に関する理論・シミュレーション研究の議論の場を提供する。宇宙プラズマに関する新しい理論解析手法、新しい計算機シミュレーション手法・計算科学的技術、プロジェクトなどに関するトピック及び、宇宙プラズマ現象に関連した観測データの紹介などの講演を歓迎する。また、宇宙環境計測・利用や宇宙飛翔体環境に関連する理工学的な理論・計算機シミュレーション研究及びプラズマ実験についても扱う。

13:45 ~ 14:00

[PEM17-01] 多層ニューラルネットワークを用いた高次精度数値流束の予測

*松本 洋介[1] (1.千葉大学大学院理学研究科)

14:00 ~ 14:15

[PEM17-02] プラズマ粒子シミュレーションのための多重 Boris 解法の提案

*銭谷 誠司[1]、加藤 恒彦[2] (1.京都大学、2.国立天文台)

14:15 ~ 14:30

[PEM17-03] Contour Dynamics for Vlasov–Poisson Plasma with the Periodic Boundary

*佐藤 大樹[1]、渡邉 智彦[1]、前山 伸也[1] (1.名古屋大学)

14:30 ~ 14:45

[PEM17-04] 球内部のMHDシミュレーション手法と可視化ツール

*陰山 聡[1]、堀 久美子[1]、坂本 尚久[1] (1.神戸大学大学院システム情報学研究科)

14:45 ~ 15:00

[PEM17-05] Kármán Vortex Street, Strouhal Number, Hairpin Vortex in 3D global Magnetohydrodynamic MHD simulations in Northward IMF

*CAI DongSheng[1] (1.筑波大学)

15:00 ~ 15:15

[PEM17-06] Correlations between plasma density and magnetic field strength in MHD turbulence in space

*羽田 亨[1]、成田 康人[2]、成行 泰裕[3] (1.九州大学大学院総合理工学研究院環境理工学部門、2.オーストリア科学アカデミー宇宙科学研究所、3.富山大学人間発達科学部)

多層ニューラルネットワークを用いた高次精度数値流束の予測
Prediction of the high-resolution numerical flux by using a deep neural network

*松本 洋介[1]
*Yosuke Matsumoto[1]

1. 千葉大学大学院理学研究科
1. Graduate School of Science, Chiba University

Magnetohydrodynamic simulations have played important roles for understanding space and astrophysical phenomena. In such circumstances, shock waves and turbulence are inherent properties, and both aspects equally affect evolution of the whole system. Therefore development of numerical algorithms capable of solving both shock waves (discontinuities) and turbulence (waves) with high resolution is a challenging task to tackle violent phenomena in space and astrophysical plasmas.

High-order (greater than the fifth) spatial interpolation coupled with approximate Riemann solvers is a promising solution to such problems (Matsumoto et al., 2016; Minoshima, Miyoshi, Matsumoto, 2019). CANS+ (Matsumoto et al., 2016) employs the fifth order MP5 reconstruction scheme coupled with the HLLD approximate Riemann solver (Miyoshi and Kusano, 2005), and it successfully provided highly resolved solutions for both shock waves and turbulence. A drawback of adopting high-order schemes is its large and complex floating-point operations for obtaining the numerical flux at the cell surface, including minmod (with four arguments) limiters and conversion from the primitive to the characteristic variables. These numerical operations in addition to calculation of the HLLD numerical flux dominated overall computational loads.

In this paper, we propose a different way of calculating the numerical flux by adopting supervised learning algorithms. A deep (multilayer) neural network consists of input and output layers, whose sizes are determined by the problem of interest, and arbitrary numbers and sizes of hidden layers. These layers are connected by linear operations followed by a mapping through nonlinear functions such as a sigmoid function (fully connected networks). Weighting parameters used in the linear operations in each layer are updated repeatedly so that the loss function between the output and the label data (true value) becomes a minimum value. In the present particular problem, we prepared learning data by examining a 1-D shock tube problem which contains rarefaction waves and discontinuities by using CANS+. The input and label data are cell states for all primitive variables in six-point stencils centered on a cell and the numerical flux on the right-hand side of the cell, respectively. We have implemented a multi-layer, fully-connected network by using the Chainer framework for the prepared learning data. With the given data set we successfully obtained a network that can predict the numerical flux with 99% accuracy. In this talk we present detailed algorithms and learning data, and discuss future perspectives including application to multidimensional simulations.

キーワード：ニューラルネットワーク、MHDシミュレーション
Keywords: neural network, MHD simulations

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

プラズマ粒子シミュレーションのための多重 Boris 解法の提案
Multiple Boris integrators for particle-in-cell simulation

*銭谷 誠司[1]、加藤 恒彦[2]
*Seiji Zenitani[1], Tsunehiko N Kato[2]

1. 京都大学、2. 国立天文台
1. Kyoto University, 2. National Astronomical Observatory of Japan

本発表では、プラズマ粒子シミュレーションで荷電粒子のジャイロ回転運動を解くための Boris 数値解法の拡張を提案する。新解法は２段の古典的 Boris 法を任意の n 回繰り返したものに相当し、数値誤差を n^2 倍小さく抑えることができる。我々は、この多重 Boris 法（multiple Boris solvers）を１段で計算するための表式を導出した。そして、多段 Boris 法（multistep Boris solvers）など先行研究との比較を含めて、新解法の数値テスト結果を紹介する。

キーワード：プラズマ粒子シミュレーション、数値解法、Boris法
Keywords: Particle-in-Cell (PIC) simulation, Numerical scheme, Boris integrator

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Contour Dynamics for Vlasov–Poisson Plasma with the Periodic Boundary

*佐藤 大樹[1]、渡邉 智彦[1]、前山 伸也[1]
*Hiroki Sato[1], Tomo-Hiko Watanabe[1], Shinya Maeyama[1]

1. 名古屋大学
1. Nagoya University

Zabusky, Hughes, and Roberts presented a contour dynamics algorithm for the Euler equations of fluid dynamics in two dimensions [1].On the paper, they succeed in calculating time development of contours of vorticity on the x-y plane with the contour dynamics(CD) algorithm, which is a method by using contours of vorticity, piece-wise constant function, and line integrals of Green’ s function on the contours. The CD method does not use underlying lattice, but uses nodes on the contours, and it can lead to more accurate calculation for complex deformation of vorticity.

This method is also applied to Vlasov–Poisson system. In order to study the CD in the Vlasov–Poisson plasma, we have developed a method to implement the periodic of potential and its derivative are satisfied.To check validity of out method, we test the Linear Landau damping by means of the CD scheme.While discretization of the distribution function might lead to some difference from that with continuous distribution, soundness of our new scheme is confirmed in comparison with analytical solutions.

We are also investigating in behaviors of the CD in the continuous limit, and in the nonlinear Landau damping as well.

Reference 1. Contour dynamics for the Euler equations in two Dimensions (1978)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

球内部のMHDシミュレーション手法と可視化ツール
Simulation methods and visualization tools for MHD simulations in a sphere

*陰山 聡[1]、堀 久美子[1]、坂本 尚久[1]
*Akira Kageyama[1], Kumiko Hori[1], Naohisa Sakamoto[1]

1. 神戸大学大学院システム情報学研究科
1. Graduate School of System Informatics, Kobe University

我々はここ数年、球領域内部での電磁流体力学（MHD）現象の計算機シミュレーションを実現するためにいくつかのシミュレーションツールと可視化ツールを開発してきた。計算スキームは、Yin-Yang-Zhongグリッド[1]上の差分法である。

シミュレーションコードは、Fortran 2003またはeFortran [2]で書いている。eFortranとは我々が提案しているFortran 2008言語の方言であり、その主な機能はとして以下が挙げられる: メンバーアクセス演算子として%ではなくピリオドの使用、加算代入演算子等（+=等）の導入、マクロ定義、暗黙の型宣言の自動チェック、"just once"ブロック、"skip" ブロック等の導入。我々はeFortran方言で書かれたコードをFortran 2008コードに変換するためのPythonスクリプトを開発し利用している。これはシンプルなテキストコンバータで、入力方言と出力標準コードの行番号を変えないのが特徴である。

我々は球体における緩和過程のMHDシミュレーションを行った[5]。球は境界面上で横方向の動圧を及ぼさないので、流れと磁場が共存するMHD緩和過程を観察することができる。我々は磁場と流れ場が共存するいくつかの興味深い構造を見つけた。

球状MHDソルバーの興味深い応用問題の1つは、電気伝導性をもつ球状固体領域を内側に持つ球殻対流である。この場合、球殻領域での対流で生成された磁場が、内側の球領域内に浸透・保持される。我々はゆっくりと自転する薄い球殻対流系を解き、リング状または渦巻き状に組織化された対流パターンがダイナモを効果を持つこと、また内側の電気伝導性の球領域がその磁場の生成過程に大きな役割を果たすことを確認した。

我々はYin-Yang-Zhongシミュレーションコードを歳差運動する球内のMHD流のシミュレーションにも応用した。以前の研究で報告されているいくつかのパラメータ領域において、歳差運動による流れで磁場が生成されることを確認した上で、その磁場の構造と発生メカニズムを詳細に解析した。

これらのシミュレーション結果を可視化する目的で、我々はYin-Yang格子またはYin-Yang-Zhong格子を用いたシミュレーション用に2種類の可視化ツールを開発した。一つはベクターグラフィックス形式（EPS）の2次元（断面）in-situ可視化ライブラリ[3]であり、もう一つは可視化フレームワークKVS（Kyoto Visualization System）に基づいた先進的な3次元可視化ツールである[4]。

References

[1] Hiroshi Hayashi and Akira Kageyama. Yin-Yang-Zhong grid: An overset grid system for a sphere. Journal of Computational Physics, 305:895– 905, 2016.

[2] Shin’Ya Hosoyamada and Akira Kageyama. A Dialect of Modern Fortran for Computer Simulations. Proceedings of AsiaSim 2018, CCIS 946, 90:439–448, 2018.

[3] Akira Kageyama. Magnetohydrodynamics Simulation in a Sphere by Yin-Yang-Zhong Grid. Proceedings of the 6th International Conference on Simulation and Modeling Methodologies,

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Technologies and Applications, (Simultech):239–243, 2016.
[4] Naohisa Sakamoto and Koji Koyamada. KVS: A simple and effective framework for scientific visualization. J. Adv. Simulation. Sci. Eng., 2(1):76–95, 2015.
[5] Kohei Yamamoto and Akira Kageyama. MHD relaxation with flow in a sphere. Procedia Computer Science, 80(2):1374–1381, 2016.

キーワード：磁気流体力学、球、MHD simulation、可視化
Keywords: magnetohydrodynamics, sphere, MHD simulation, visualization

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Kármán Vortex Street, Strouhal Number, Hairpin Vortex in 3D global Magnetohydrodynamic MHD simulations in Northward IMF

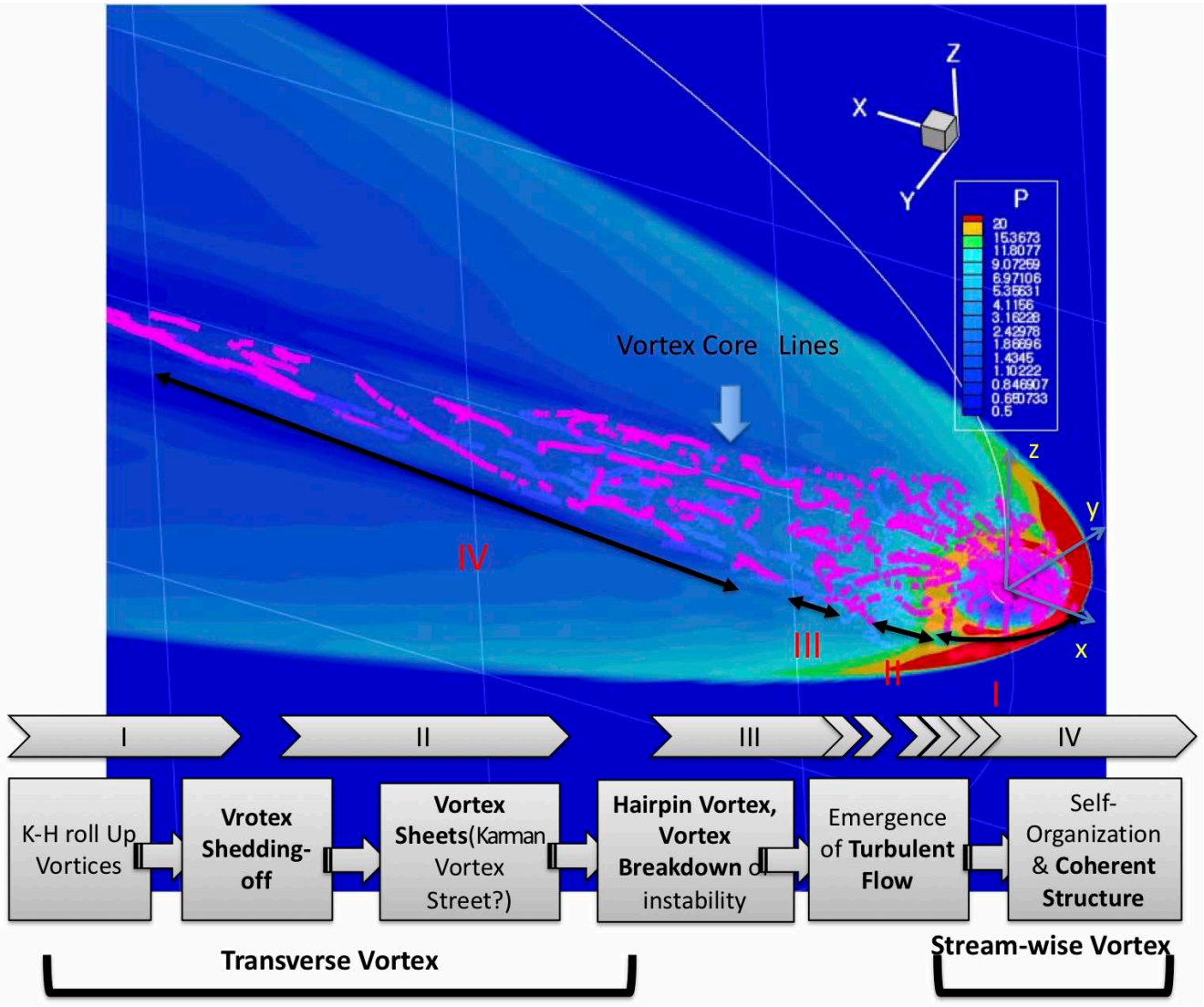
*CAI DongSheng[1]
*DongSheng CAI[1]

1. 筑波大学
1. University of Tsukuba

A Kármán vortex street is a repeating pattern of two rows of paired swirling vortices and appears after some obstacles or stagnation areas in fluid or plasma flows. It is caused by a process known as a vortex shedding where vortices leave the shear layer. Recently, several studies have discussed the Kelvin-Helmholtz (K-H) instability and its related waves and vortex structures by using 2D / 3D global (Magneto Hydro Dynamics) MHD simulations in the northward IMF (Interplanetary Magnetic Field). These found a double-vortex sheet in which a vortex train propagates, respectively, along the inner and outer edges of the magnetopause. In the present paper, we show that these two rows of vortices form the Kármán vortex street, and we discuss its generation mechanism with the help of 3D global MHD simulations. These Kármán vortex stretches and elongates in the night side and becomes to be the so-called the Hairpin vortex that is essential for the coherent structure. We also identify the non-dimensional number vortex so-called the Strouhal number in our simulation. The Stouhal number is ubiquitous and represents one of the most significant features in the Kármán vortex street.

キーワード：カルマン渦、ストローハル数、ヘアピン渦
Keywords: Kármán vortex street, Strouhal Number, Hairpin Vortex

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Correlations between plasma density and magnetic field strength in MHD turbulence in space

*羽田 亨[1]、成田 康人[2]、成行 泰裕[3]
*Tohru Hada[1], Yasuhito Narita[2], Yasuhiro Nariyuki[3]

1. 九州大学大学院総合理工学研究院環境理工学部門、2. オーストリア科学アカデミー宇宙科学研究所、3. 富山大学人間発達科学部
1. Interdisciplinary Graduate School of Engineering Sciences, Kyushu University, 2. Space Research Institute, Austrian Academy of Sciences, 3. Faculty of Human Development, University of Toyama

Large amplitude magnetohydrodynamic (MHD) turbulence is ubiquitous in space plasma, for example, in the solar wind, in the foreshock region (Narita, World Scientific, 2010) and in the sheath region of the earth's bowshock (e.g., Pollock et al., J. Atmosph. Solar Terr. Phys, 2018). Moreover, recent Voyager observations of large amplitude density and magnetic field fluctuations in the heliosheath behind the termination shock arouse a vivid discussion on the compressible nature and the origin of the observed turbulence (Burlaga and Ness, ApJ, 2009; Gutynska et al., ApJ, 2010). An obvious way of generating the density fluctuations is via the presence of compressive wave modes, such as obliquely propagating MHD waves. The density response is linear to the magnetic field perturbations in this case, and it vanishes in the limit of parallel wave propagation. In a finite (large) amplitude Alfvenic turbulence the density perturbation may be mainly generated via the "frozen-in" of the magnetic field to the plasma or the static balance between the plasma pressure and the magnetic field. Both of these processes result in the quadratic response of the density to the magnetic field perturbations, although their correlation is positive for the former and negative for the latter. This simple fluid picture, sometimes referred to as the "quasi-static" approximation, is known to be significantly modified when the ion response to the turbulence is kinetically treated (Mjolhus and Wyller, Phys. Scripta, 1986; Medvedev and Diamond, Phys. Plasmas, 1996). In this presentation, we address this unsolved issue of the correlations between the plasma density and the magnetic field amplitude in the presence of finite amplitude MHD turbulence by performing hybrid simulations (kinetic ions + fluid electrons), and by examining the in situ Cluster spacecraft data of the foreshock plasma (Narita and Hada, Earth, Planets and Space, 2018).

キーワード：MHD 乱流、準静的条件
Keywords: MHD turbulence, quasi-static approximation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 P (宇宙惑星科学)：P-EM 太陽地球系科学・宇宙電磁気学・宇宙環境

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | A03 東京ベイ幕張ホール

[P-EM17] 宇宙プラズマ理論・シミュレーション

コンビーナ:梅田 隆行(名古屋大学　宇宙地球環境研究所)、天野 孝伸(東京大学 地球惑星科学専攻)、成行 泰裕(富山大学人間発達科学部)、中村 匡(福井県立大学)、座長:中村 匡(福井県立大学)、成行 泰裕

本セッションでは、磁気圏・太陽圏・電離圏・惑星圏のみならず、広く宇宙・天体のプラズマ環境に生起する様々な物理現象に関する理論・シミュレーション研究の議論の場を提供する。宇宙プラズマに関する新しい理論解析手法、新しい計算機シミュレーション手法・計算科学的技術、プロジェクトなどに関するトピック及び、宇宙プラズマ現象に関連した観測データの紹介などの講演を歓迎する。また、宇宙環境計測・利用や宇宙飛翔体環境に関連する理工学的な理論・計算機シミュレーション研究及びプラズマ実験についても扱う。

15:30 ~ 15:45

[PEM17-07] Stochastic models of phase space diffusion via wave-particle interaction with parallel propagating electromagnetic waves

*成行 泰裕[1] (1.富山大学人間発達科学部)

15:45 ~ 16:00

[PEM17-08] Electron beam instability in collisionless magnetic reconnection with a strong guide field

*下村 和也[1]、渡邉 智彦[1]、前山 伸也[1]、石澤 明宏[2] (1.名古屋大学、2.京都大学)

16:00 ~ 16:15

[PEM17-09] Particle acceleration with precursor wave driven wakefield in relativistic shocks

*岩本 昌倫[1]、天野 孝伸[1]、星野 真弘[1]、松本 洋介[2] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.千葉大学大学院理学研究科)

16:15 ~ 16:30

[PEM17-10] ピッチ角異方性を伴った衝撃波遷移層における統計的ドリフト加速のモデリング

*加藤 拓馬[1]、天野 孝伸[1] (1.東京大学)

16:30 ~ 16:45

[PEM17-11] 宇宙空間プラズマ中の near-field

*中村 匡[1] (1.福井県立大学)

16:45 ~ 17:00

[PEM17-12] **ブラックホール2重星から提起される重力波の発生と重力起源の問題**

*大家 寛[1] (1.東北大学理学研究科地球物理学専攻)

Stochastic models of phase space diffusion via wave-particle interaction with parallel propagating electromagnetic waves

*成行 泰裕[1]
*Yasuhiro Nariyuki[1]

1. 富山大学人間発達科学部
1. Faculty of Human Development, University of Toyama

Particle diffusion due to electromagnetic waves is one of fundamental processes in various phenome in space plasms such as electron acceleration in the outer radiation belt [e.g., Saito et al, JGR, 2016], astrophysical shock [e.g., Yamazaki, JHEA, 2015], and solar wind [e.g., Seough et al, APJ, 2015]. Although quasi-linear theories are widely used as a standard theory of particle scattering, nonlinear wave-particle interactions such as particle trapping also affect particle diffusions in the presence of finite amplitude waves. Saito et al [JGR, 2016] demonstrated that nonlinearity of whistler chorus waves plays a significant role in electron diffusion though nonlinear wave-particle interactions.

In Saito et al [JGR, 2016], the artificial randomization of gyrophases (phase breaking) is incorporated to discuss suppression of coherent wave-particle interactions. Remark that such a randomization corresponds to a noise term in equations of motion of each particles. In this sense, phase breaking causes not only the suppression of coherent processes but also diffusions in phase space. In the present study, we discuss the generalization of phase breaking. It is shown that particle diffusion depends on probability density functions of noises and their parameters. Noise terms in equations of the pitch angle are also necessary to describe diffusion in phase space. Treatment of phase breaking as a stochastic differential equation is also discussed.

キーワード：粒子拡散、波動粒子相互作用、確率モデル、ホイッスラー波、磁気流体波
Keywords: particle diffusion, wave-particle interactions, stochastic model, whistler waves, magnetohydrodynamic waves

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Electron beam instability in collisionless magnetic reconnection with a strong guide field

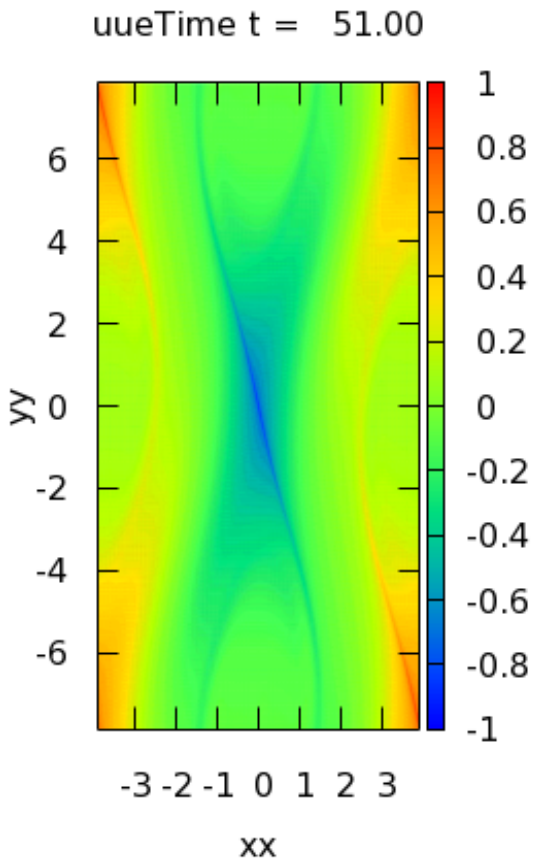
*下村 和也[1]、渡邉 智彦[1]、前山 伸也[1]、石澤 明宏[2]
*Kazuya Shimomura[1], Tomo-Hiko Watanabe[1], Shinya Maeyama[1], Akihiro Ishizawa[2]

1. 名古屋大学、2. 京都大学
1. Nagoya Univertsity, 2. Kyoto University

Magnetic reconnection is a fundamental physics mechanism in magnetized plasma that causes a topological change of magnetic field lines and a conversion of magnetic energy to kinetic energy, leading to a self-organization of plasmas in laboratory and space. It is considered that the two-fluid effects or the kinetic effects facilitate the fast reconnection of magnetic field lines in colllisionless plasmas. Anomalous resistivity (AR) is one of the candidates that contributes to continuously drive the magnetic reconnection. A recent simulation study reports that AR induced by the Buneman instability accelerates the magnetic reconnection [1]. However, it is not clear how the instability causing the AR is spontaneously driven during the reconnection.
In our study so far, we have carried out numerical simulations of the collisionless magnetic reconnection by means of the gyrokinetic model of a slab plasma with a strong guide field [2][3]. During the reconnection, the parallel electric field is induced by the electron inertia at the X-point where electrons are acccelerated along the guide field. A liner analysis by use of the dispersion releation shows that the kinetic Alfvén waves (KAWs) are destabilized when the electron beam velocity exceeds the Alfvén speed, where, we assumed a plane wave in an uniform background profile. Furthermore, in this δf gyrokinetic model, the total distribution function F is approximately described as $F=FM+\delta f=(1+Uv)FM\tilde{}1/2pi\ exp(-(v-U)^2/2)$, where FM, δf and U are the Maxwellian, perturbed distribution function, and a beam velocity component, respectively. In order to analyze a stability of the KAWs in an inhomogeneous background profile during the collisionless magnetic reconnection, we must use the total distribution function rather than δf, since the KAWs are stable for $(1+Uv)FM$, according to the Nyquist criteria. Therefore, in this study, the magnetic reconnection process triggered by the electron inertia is simulated by use of a full-f gyrokinetic model of a slab plasma with the guide field. As a result, the shifted Maxwellian is formed at the X-point self-consistently by the parallel electric field. The attached figure shows distribution of the parallel electron beam on the reconnection plane in the nonlinear phase during the reconnection. It is possible to carry out the stability analysis in an inhomogeneous background by use of this simulation results. Results of the stability analysis will also be discussed at the meeting.
[1] H. Che, Phys. Plasmas (2017) 24, 082115
[2] A. Ishizawa, T.-H. Watanabe, Phys. Plasmas (2013) 20, 102116
[3] K. Shimomura, T.-H. Watanabe, et al, submitted to Phys. Plasmas (2019)

キーワード：磁気リコネクション、分布関数、不安定性、運動論的アルヴェン波、ジャイロ運動論
Keywords: magnetic reconnection, distribution function, instability, kinetic Alfven wave, gyrokinetic

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Particle acceleration with precursor wave driven wakefield in relativistic shocks

*岩本 昌倫[1]、天野 孝伸[1]、星野 真弘[1]、松本 洋介[2]
*Masanori Iwamoto[1], Takanobu Amano[1], Masahiro Hoshino[1], Yosuke Matsumoto[2]

1. 東京大学大学院理学系研究科、2. 千葉大学大学院理学研究科
1. Graduate School of Science,The University of Tokyo, 2. Graduate School of Science, Chiba University

The acceleration mechanism for generating ultra-high-energy cosmic rays (UHECRs) with energies above 10^{18}eV is one of the most important unsolved problems in astrophysics. Relativistic shocks in extragalactic astrophysical objects such as jets from active galactic nuclei (AGNs) and gamma-ray bursts (GRBs) are considered as efficient acceleration sites and commonly proposed sources for UHECRs. Observations of anisotropy in the arrival direction of the UHECRs favor the extragalactic origin.

In relativistic shocks, large-amplitude electromagnetic waves are excited by synchrotron maser instability (SMI) in the shock transition and propagate upstream (Hoshino & Arons 1991). The precursor wave emission via the SMI is widely studied by means of 1D particle-in-cell (PIC) simulations. Hoshino (2008) demonstrated that the pump electromagnetic wave decays into a Langmuir wave via parametric decay instability and found that nonthermal particles are generated in the manner analogous to wakefield acceleration (WFA) during the nonlinear process of the Langmuir wave collapse. The WFA is first proposed in laboratory plasmas (Tajima & Dawson 1979) and recently applied for UHECR acceleration (e.g., Chen et al. 2002). The WFA in the context of relativistic shocks is considered a promising candidate for UHECR acceleration.

It was believed that in multidimensional shocks, the intense wave emission via the SMI would cease soon due to inhomogeneity along the shock surface. Recently, however, our high-resolution 2D PIC simulations in pair plasmas showed that the wave emission continues (Iwamoto et al. 2017, 2018). Although our studies give positive results for the WFA in relativistic shocks, we could not directly demonstrate it because finite mass difference of two opposite charges is essential for exciting the wakefield.

In this presentation, by performing 2D PIC simulation of ion-electron shocks, we will demonstrate that the wakefield is indeed induced by the large-amplitude precursor wave. Especially for relatively high magnetization, the precursor wave amplitude is significantly amplified and exceeds that in pair plasmas due to a positive feedback process associated with ion-electron coupling through the wakefield. Nonthermal electrons and ions are generated during the nonlinear process of the wakefield collapse and the particle energy spectrum shows a power-law distribution. We will discuss the particle acceleration mechanism in details.

キーワード：宇宙線、衝撃波、粒子加速
Keywords: cosmic rays, shock waves, acceleration of particles

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ピッチ角異方性を伴った衝撃波遷移層における統計的ドリフト加速のモデリング

Stochastic Shock Drift Acceleration in the Shock Transition Region with Finite Pitch-Angle Anisotropy

*加藤 拓馬[1]、天野 孝伸[1]
*Takuma Katou[1], Takanobu Amano[1]

1. 東京大学
1. The University of Tokyo

非熱的電子の加速機構の解明は宇宙空間物理における重要な課題の一つである。地球バウ・ショックにおいて非熱的な電子が、稀ではあるが人工衛星によって観測されている(e.g., Gostling et al. 1989)。これらの電子は、およそ1keV から100keV までのエネルギーを持ち、その分布はベキ型であることがわかっている。しかし、この分布を自然に説明するような加速モデルは未だに提唱されていない。また最近の衛星観測によると、非熱的電子が観測されるイベントにおいて、衝撃波遷移層における電子とホイッスラー波の共鳴が検出されている(Oka et.al. 2017)。これは、地球バウ・ショックにおける電子加速にこの共鳴が重要な役割を果たしている可能性を示唆している。

これらの結果を説明するために、我々は新しい電子加速モデルである統計的電子加速を提唱した。統計的衝撃波ドリフト加速は、既存の加速モデルである衝撃波ドリフト加速(Wu 1984, Leroy and Mangeney 1984)にピッチ角散乱を取り入れたモデルであり、散乱の導入によって電子の加速効率を向上させることができる。このモデルに関する理論的な解析の結果、電子のエネルギースペクトルは、散乱が強く電子分布が等方的とみなせる場合には観測と整合するベキ型になるという結果が得られた。また統計的ドリフト加速による電子の最大エネルギーが、ピッチ角散乱の強度を表すピッチ角散乱係数に比例することが示された。これまでの研究では、有効的な衝撃波速度u/cosθ (uは衝撃波速度、θは衝撃波角)が非相対論的であり、電子のピッチ角分布を等方であることを仮定していた。しかしパラメーターの制約が強い粒子シミュレーションにおいては、この有効的な衝撃波速度が容易に相対論的になってしまう。有効的な衝撃波速度が光速に近づくと、ピッチ角分布の等方性が崩れることが知られていて、そのため粒子シミュレーションと従来の理論との間で比較を行うことができなかった。そこで我々はこれまで構築した統計的ドリフト加速の理論を、電子のピッチ角異方性を考慮し、有効的な衝撃波速度が相対論的な場合にも適用できる形に拡張する。本発表では、拡張した理論とPICシミュレーションの結果を比較し、その整合性を議論する。

キーワード：粒子加速、地球、衝撃波
Keywords: acceleration of particle, Earth, shock waves

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

宇宙空間プラズマ中の near-field
Near-fields and its Applications in Space Plasmas

*中村 匡[1]
*Tadas Nakamura[1]

1. 福井県立大学
1. Fukui Prefectural University

マックスウェル方程式の解は，電磁波として伝搬する成分とそれ以外の成分にわけることができる。クーロン場やダイポール磁場は後者の例である。この後者については用語等の混乱がみられるが，ここでは near-field と呼ぼう。この near-field については種々の誤解が散見される。たとえば，クーロン場による荷電粒子の相互作用を「仮想光子の交換」などと表現することがあるが，この相互作用は光子（波動成分）によるものではなく，ここで言う」 near-field によるものである。プラズマ波動に関しても，near-field の部分をどのようにあつかうかはあまり意識されていないように思われる。

数学的にはこの near-field は非同次線形方程式の特殊解のうち，波動分散関係をみたさない，いわゆる off shell の解に対応する。場がダイポール磁場のように時間変化しない場合はこれは簡単に伝搬成分と分離できるが，時間変化する場合にどう分離するか，というのが本講演の主眼である。通常，マックスウェル方程式を解く場合は，フーリエ・ラプラス変換して，方程式を代数方程式に落としこんで分散関係を得るが，この解をラプラス逆変換して時間の関数にもどすときに，留数定理を使って分散関係の極を拾っている。この極から来る成分を非同次線形方程式の特殊解から除くことによって，near-field 成分を抽出することができる。

秋の SGEPSS 講演会で，以上の状況を真空中の電磁場について報告したが，本講演では宇宙空間プラズマへの応用を考える。数学的にはプラズマ中でもnear-field は線形微分方程式の非斉次解ということに変わりはないが，物理的にはプラズマによって生じる電荷・電流によって多様な現象が生じる。とくにプラズマ波動は減少の時間・空間的スケールによって挙動がおおきく変わるので，多用な現象が起こる。本講演では宇宙空間プラズマへの応用として，小天体の周辺に生じる電流や高エネルギーオーロラ粒子の降下にともなうリターンカレントなどについて紹介する。

キーワード：プラズマ波動、ラプラス変換、近傍場
Keywords: plasma waves, Laplace transform, near field

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ブラックホール2重星から提起される重力波の発生と重力起源の問題

Problems of Gravitational Waves and Origin of Gravitational Fields Raised by Studies on Binary Black Hole

*大家 寛[1]
*Hiroshi Oya[1]

1. 東北大学理学研究科地球物理学専攻
1. Department of Geophysics Graduate School for Science Tohoku University

1.序論

本研究は銀河中心より到来するデカメータ波電波パルスの分析の結果にもとづき、銀河中心部に確定されつつある超巨大ブラックホールは、単一ブラックホールでなく、自転するBinary Kerr BH であるとの結論に達している。 Binary を形成する二つの巨大ブラックホールは本論ではGaa およびGabと呼ぶが、それぞれ、スピン周期 176.4+-1.7 sec および 148.6+-1.0 secを持ち、半径 0.13 AU および、0.15 AUの円軌道を周期2200 sec で周回している。この場合の視線方向に対する軌道速度は、Gaaおよび Gabがそれぞれ光速度の18.0% および21.4 % を示し、公転面と視線方向が一致する場合を仮定すると、GaaおよびGabの質量を 太陽質量、SM単位で表すとき、それぞれ(2.27+-0.06)x10^6 SM および (1.94+-0.03)x10^6 SM となる。中性子星からの重力波放射が確認されて以来、ブラックホールからの重力波放射も中性子星の場合と同じ論法で展開されてきた。2015年９月にLIGOによって重力波が歴史上初めて観測され、以来9例の重力波観測は５SM から40SM の星質量ブラックホールの合体と報告されている。同じ論法を本研究の結果に適用すると、Gaa-Gab Binary システムは約１～10時間 で合体することになる。

２. Event Horizon と波動伝搬

ブラックホールから重力波が発生するとする現在、広く受け入れられている重力波理論の特徴は、１）アインシュタインが最初に到達したMinkowski 時空からの摂動として仮定した重力波の時空計量をブラックホール時空に対しても仮定していること２）重力波の発生伝搬を司る逆ダランベリアンの取り扱いの際、事象限界の存在を考慮していない、すなわち中性子星の場合と区別がないことにある。 本研究では、ブラックホール時空をFree FallするMinkowski時空にて波動の伝搬を記述し、それをブラックホール時空に座標変換する論法をとり、Shwarzschild BH およびKerr BH のEvent Horizon をよぎる波動は全て位相速度、群速度ともに０となることが示された。このことは、BHから光が出ないという明白な事実と一致するとともに、BHからは重力波も出ないことを示している

３ 討論および結論

LIGOの重力波観測は確かであるが、しかし、その源がブラックホールという点で誤解のパラダイムに従っている可能性がある。代案として浮かぶ重力波源は、2001 及び2004年にMazure および Mottola の提出したブラックホールと同じ質量と近い密度を持ちつつEvent Horizonをもたない天体、Gravitational Vacuum Condensation Star (Gravastar) が提言される。なお、本研究での全ての波動がEvent Horizonを通過できないという結論は、従来、重力の源として仮想されてきているGravitonも量子論レベルでは波動性をもつことから、重力の源ではありえない。重力の起源についてはアインシュタインも触れていないが、新しい提言が必要となる。

キーワード：ブラックホールバイナリー、銀河中心、デカメータ波電波、重力波、重力の起源
Keywords: Black Hole Binary, Galaxy Center, Decameter Radio Wave, gravitational Wave, Origin of Gravitational Field

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-AS 大気科学・気象学・大気環境

2019年5月30日(木) 9:00 ~ 10:30 | 104 1F

[A-AS02] 台風研究の新展開～過去・現在・未来

コンビーナ:金田 幸恵(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、和田 章義(気象研究所台風・災害気象研究部)、伊藤 耕介(琉球大学)、宮本 佳明(慶應義塾大学　環境情報学部)、座長:金田 幸恵(名古屋大学)、和田 章義(気象研究所)

台風は、大雨・暴風・高潮・高波により沿岸各地に甚大な被害を与えることから社会的関心の高い自然現象である。2018年は平成30年7月豪雨（前線及び台風第７号による大雨等）を皮切りに西日本を西進した台風第12号、８月の発生数の多さ（９個、観測史上三位）に加えて、９月には台風第21号及び台風第24号が強い勢力を保ったまま西日本を縦断し、日本各地に大きな爪痕を残した。また北大西洋ではハリケーンFlorenceが北米に上陸し、猛威を振るった。近年海面水温の上昇とともに、急発達する台風の増加傾向や、熱帯低気圧の最大強度到達緯度の北上傾向が報告されている。過去から現在、そして未来と地球温暖化が進む中で台風を理解し、その予測の高度化を実現することは、地球惑星科学上の重要な課題である。
台風をターゲットとした衛星観測・航空機観測、数値モデルを用いた大規模アンサンブル実験、最先端衛星観測や機械学習といった新しい手法の導入など、過去・現在・未来を通じた幅広い台風研究が国内外で展開されている。本セッションでは、台風をはじめとする熱帯低気圧に関わる幅広い話題に関する発表を募集し、今後の台風研究の方向性を探る。

9:00 ~ 9:15

[AAS02-01] A GRAPES-based mesoscale EPS for TC forecasting: configuration and performance

*Xubin Zhang[1] (1.Institute of Tropical and Marine Meteorology, CMA)

9:15 ~ 9:30

[AAS02-02] **Evaluation of operational Ensemble based Global Forecast System prediction for Tropical Cyclones over the North Indian Ocean**

*Medha Deshpande[1]、Radhika Kanase[1]、R P M Krishna[1]、Emmanuel Rongmie[1]、P Mukhopadhyay[1] (1.IITM, Pune, INDIA)

9:30 ~ 9:45

[AAS02-03] 270メンバーのアンサンブル実験から得られた急発達開始前の熱帯低気圧の構造変化

*宮本 佳明[1]、David Nolan[2] (1.慶應義塾大学　環境情報学部、2.Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami)

9:45 ~ 10:00

[AAS02-04] Potential impacts of tropical cyclone inner-core convective activity on the predictability of rapid intensification

*南出 将志[1]、Derek Posselt[1] (1.Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology)

10:00 ~ 10:15

[AAS02-05] A link between high-speed solar wind streams and rapid intensification of tropical cyclones

*Paul Prikryl[1,2]、Lidia Nikitina[2]、Vojto Rušin[3] (1.Physics Department, University of New Brunswick, Fredericton, NB, Canada、2.Geomagnetic Laboratory, Natural Resources Canada, Ottawa, ON, Canada、3.Astronomical Institute, Slovak Academy of Sciences, Tatranská Lomnica, Slovak Republic)

10:15 ~ 10:30

[AAS02-06] Influence of Tropical Lower Stratospheric Cooling on Extreme Deep Convective Activity and Tropical Cyclones

*Kodera Kunihiko[1]、江口 菜穂[2]、Ueyama Rei[3]、Funatsu Beatriz[4]、Claud Chantal[5] (1.Meteorological Research Institute、2.Kyushu University、3.NASA Ames Research Center、4.Université de Nantes、5.Ecole Polytechnique)

A GRAPES-based mesoscale EPS for TC forecasting: configuration and performance

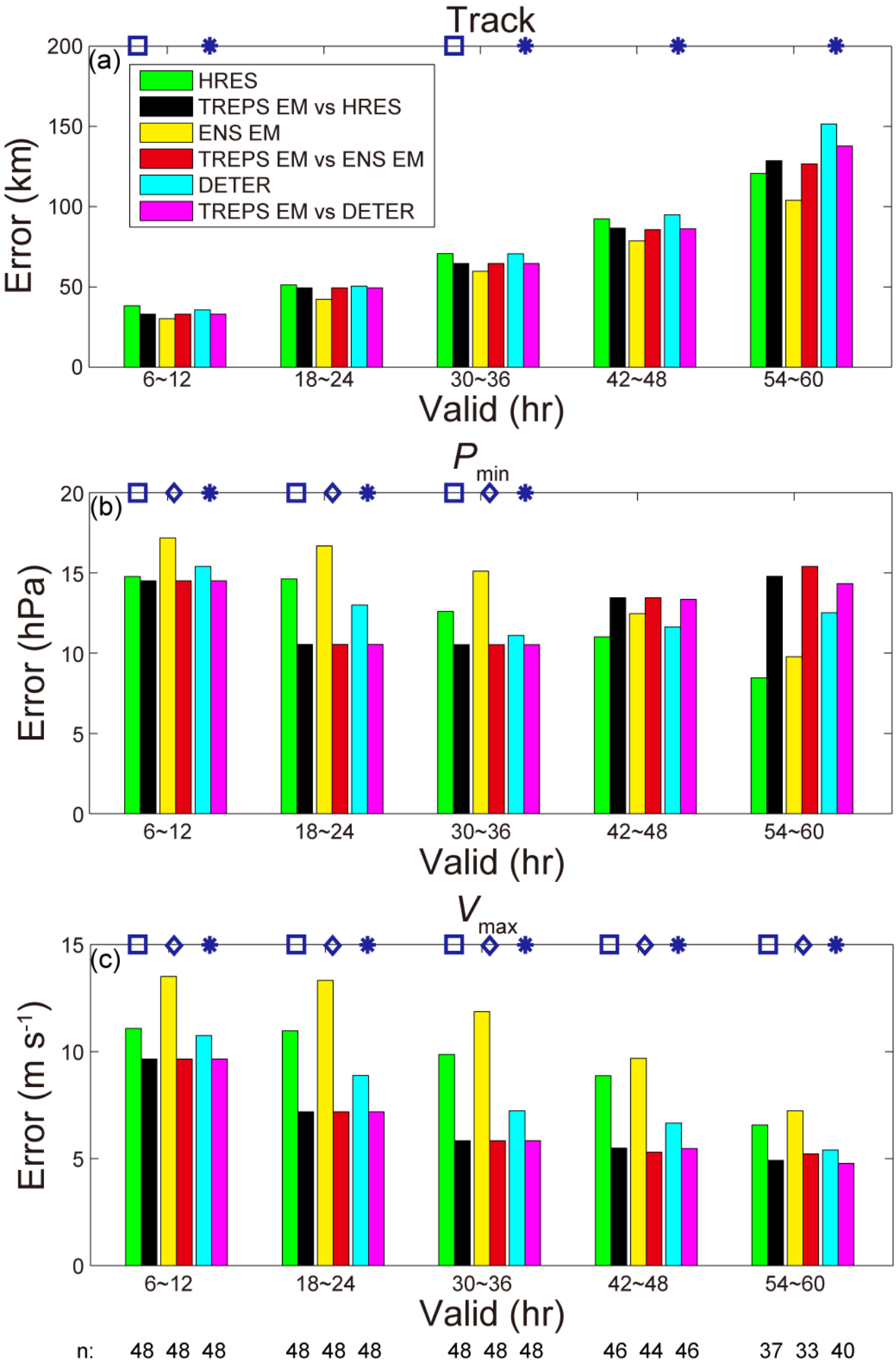
*Xubin Zhang[1]

1. Institute of Tropical and Marine Meteorology, CMA

To improve short-range tropical cyclone (TC) forecasting in China from both deterministic and probabilistic standpoints, a mesoscale ensemble prediction system (TREPS) based on the Global/Regional Assimilation and Prediction System (GRAPES) is constructed as a planned operational system. TREPS comprises one unperturbed and 30 perturbed forecasts ranging up to 60 h at horizontal resolution of 9 km. Downscaling perturbations from the ECMWF ensemble prediction system (ENS) are used to generate initial perturbations by blending them with balanced random perturbations implemented around the TC and to generate perturbations for lateral boundary conditions. The surface temperature around the TC is also perturbed, with a combination of multi-physics and stochastically perturbed parametrization tendencies considered to represent uncertainties in the model physics. These perturbation methods contribute a full-area, multi-scale and multi-variable mutual complement to increasing forecast perturbations. TREPS is evaluated for 19 TCs making landfall in China during 2014–2016. For deterministic guidance, TREPS significantly improves TC forecasting for intensity, rainfall and wind compared to ECMWF deterministic and ensemble forecasts. TREPS demonstrates significant advantages over its deterministic forecasts in predicting track, intensity, (extremely) heavy rainfall and wind. Furthermore, TREPS effectively reduces the degree of underdispersion in intensity forecasting compared to ENS. For probabilistic forecasting, TREPS outperforms ENS in accurately predicting extremely heavy rainfall and (extremely) strong wind owing to its better discriminating ability, but performs worse in predicting modest wind, light and heavy rainfall. Two post-processing techniques –optimal member and optimal probability –to improve, respectively, deterministic and probabilistic guidance of TREPS in rainfall and wind forecasting are proposed. The former is shown to be effective only for light rainfall, while the latter demonstrates consistent (partial) improvements in rainfall (wind). The superiorities and inferiorities of TREPS, as well as possible reasons for these, are intuitively illustrated in a case-study for Rammasun.

Keywords: ensemble prediction system, mesoscale, tropical cyclone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Evaluation of operational Ensemble based Global Forecast System prediction for Tropical Cyclones over the North Indian Ocean

*Medha Deshpande[1], Radhika Kanase[1], R P M Krishna[1], Emmanuel Rongmie[1], P Mukhopadhyay[1]

1. IITM, Pune, INDIA

The importance of accurate prediction of Tropical Cyclone (TC) genesis, rapid intensity changes, location and intensity during landfall is well known. Reliable prediction of these at 3-5 days lead time is crucial for disaster managing point of view. Bearing in mind the uncertainty in initial condition and model physics there was a need for high resolution ensemble based forecast system for region specific probabilistic prediction of weather over India. Considering this along with the existing Global Forecast System deterministic model (GFS T1534), the ensemble forecast system GEFS (T 1534) with 20 members is implemented and is in operation since June 2018 for the probabilistic prediction.

This paper evaluates the skill of operational high resolution (12.5 km) modelling system in predicting track and intensity of recent cases of TCs over North Indian Ocean at various lead time. Ensemble prediction of tracks of cyclones and its strike probability are evaluated. Ensemble mean track is better than the deterministic track particularly at longer lead time (figure 1). The vertical thermo-dynamic structure at the mature stage of the cyclone is well captured by the deterministic model. Evaluation of deterministic model (figure 2) specify average track error is ranging from < 100 km at Day 1 lead up to about 280 km at day 5 lead time and average error in intensity prediction is ranging from 10 kt –20 kts. In general model indicates early intensification and slightly overestimates the peak intensity in majority of the cases. It is challenging to predict the variation in the intensity. Skill in the prediction of genesis is also evaluated by calculating Genesis Potential Index (GPI). Further developments like improving the physics and dynamics of the model along with use of proper land use land cover data are underway.

Keywords: Tropical Cyclones, North Indian Ocean, High Resolution ensemble Prediction System

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

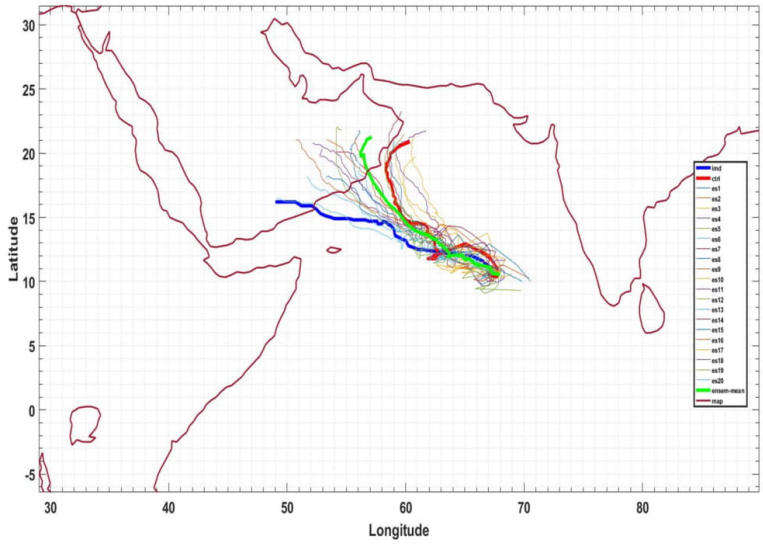


Figure1: Ensemble prediction of tracks based on 6 Oct Initial Condition for the case of Luban (6-14 Oct 2018)

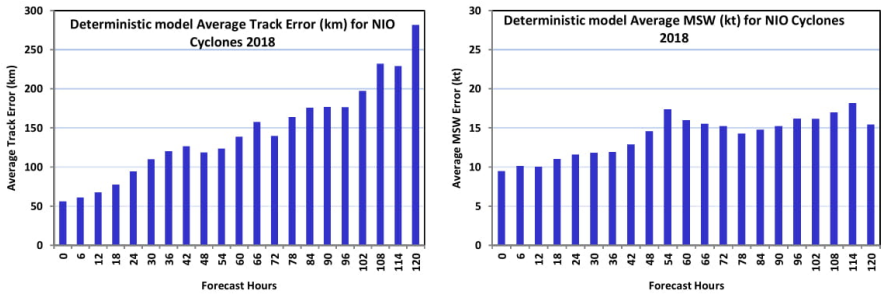


Figure 2: Deterministic model (GFS (T1534) average Track and intensity error for NIO cyclones 2018

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

270メンバーのアンサンブル実験から得られた急発達開始前の熱帯低気圧の構造変化

Structural Changes Preceding Rapid Intensification in Tropical Cyclones as shown in a Large Ensemble of Idealized Simulations

*宮本 佳明[1]、David Nolan[2]
*Yoshiaki Miyamoto[1], David S Nolan[2]

1. 慶應義塾大学　環境情報学部、2. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami
1. Faculty of Environment and Information Studies, Keio University, 2. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami

強い強度まで達する熱帯低気圧（Tropical Cyclone: TC）の多くが、その生涯に一度、急速に発達する過程（Rapid Intensification: RI）を経験している。防災上も重要となり、また、急激な強度変化の予測が難しいことから、近年盛んに研究されている。RIの研究には様々なものがあるが、RIそのもののメカニズムがまだ分かっていないことに加えて、一度RIが開始すると一気に強い強度まで達するため、RIが開始するメカニズムも重要なトピックである。

RIの開始メカニズムについて、これまでに観測データや数値シミュレーション結果を用いて研究がなされて来た。例えばMiyamoto and Takemi (2013, 2015) は、理想条件下でのシミュレーション結果から、渦が軸対称化し、最大風速半径より内側で熱的に不安定化する一方、境界層内で水平収束が最大となる半径が外側に移り、十分に最大風速半径に接近した時に眼の壁雲が形成し、RIが始まるというメカニズムを提案した。しかし彼らは鉛直シアーが無い時のみを調べており、より現実的な状況下での考察が必要となる。他の研究でも個々のTCのシミュレーションを行って結果を調べているのがほとんどで、一方で観測データを用いると時空間的に連続なデータを得ることが難しいため統計的に調べる研究がほとんどであり、普遍的なメカニズムは未だ不明である。

そこで本研究では、様々な環境下で発達するTCのRI開始前のメカニズムを明らかにするため、RIに重要と考えられるパラメータを変えた270アンサンブルのシミュレーションを実行した。その結果、RIを経験する・しないTCの頻度や、強度変化がこれまでの観測研究と整合的であった。また、鉛直シアーがあるときは、多くのTCがRI開始前に対流による上層の渦度強化で、直立した渦構造を作っていたことが分かった。その後に、Miyamoto and Takemiで提案したRI開始メカニズムによってRIが始まっていることが示された。

キーワード：熱帯低気圧、急発達
Keywords: Tropical Cyclone, Rapid Intensification

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Potential impacts of tropical cyclone inner-core convective activity on the predictability of rapid intensification

*南出 将志[1]、Derek Posselt[1]
*Masashi Minamide[1], Derek J. Posselt[1]

1. Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology
1. Jet Propulsion Laboratory, california institute of technology

Predictions of significant changes in tropical cyclone (TC) intensity, such as rapid intensification (RI), have emerged as a more challenging topic than forecasting TC tracks, since intensification of TCs involves multi-scale physical processes with significant contributions from convective-scale phenomena. Before the onset of RI, intensifying TCs are known to experience a precession process, in which tilted vortex rotates counter-clockwise to develop axisymmetric structure. From both modeling and observational studies, there is an agreement in the qualitative features of precession process among TCs, but the quantitative features, such as the vortex tilt magnitude, the duration of the precession process and whether or not the vortex is able to complete the precession process, vary among TCs. The predictability of the variety of precession process and subsequent RI is reported to be ultimately dominated by the chaotic nature of moist convection. Given the large influence of RI on the TC intensity forecasts, the further understandings in its uncertainty sources are necessary.

In this study, mechanisms that determine the variability of these precession processes are explored through sets of sensitivity and ensemble forecast experiments. We have used the Pennsylvania State University’s experimental real-time ensemble Kalman filter analysis of Hurricane Harvey (2017) that assimilated GOES-16 all-sky satellite radiances (which has an equivalent monitoring capability to Himawari-8) in convection-permitting Weather Research and Forecasting model (WRF-ARW) simulations. This analysis resulted in a highly accurate forecast of intensity and track, and realistically represented the storm’s rapid intensification. Starting with an analysis based on 18 hours of cycling data assimilation, we have conducted sensitivity experiments in which we reduced the initial atmospheric moisture amount by 5 to 20 %. Even initialized with the same wind field, and with fully developed convective updrafts and organization, the vortex tilt magnitude and the duration of precession are significantly modified by the inner-core moist processes. We explore the characteristics of the vortex structures that underwent short/long/uncompleted precession process, together with the theoretical background for these varieties of precession process by using a simplified toy-model. The results have implications for the design of future observation networks tasked with providing constraint on predictions of convections and rapidly intensifying tropical cyclones.

キーワード：台風、数値予報、全天輝度温度同化、対流
Keywords: tropical cyclones, numerical weather prediction, all-sky satellite radiance, convection

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A link between high-speed solar wind streams and rapid intensification of tropical cyclones

*Paul Prikryl[1,2], Lidia Nikitina[2], Vojto Rušin[3]

1. Physics Department, University of New Brunswick, Fredericton, NB, Canada, 2. Geomagnetic Laboratory, Natural Resources Canada, Ottawa, ON, Canada, 3. Astronomical Institute, Slovak Academy of Sciences, Tatranská Lomnica, Slovak Republic

Physical processes responsible for changes of tropical cyclone intensity are not well understood [1]. To improve the current understanding of tropical cyclone structure and intensity changes the future research needs to focus on response to all external forcing [2]. We examined rapid intensification of tropical storms in the context of solar wind coupling to the magnetosphere-ionosphere-atmosphere system. Tropical cyclone “best tracks” in the southern and northern hemispheres are used in the superposed epoch analysis of time series of solar wind parameters. The results indicate that rapid intensification of tropical storms tends to follow arrivals of high-speed solar wind from coronal holes and coronal mass ejections [3]. The ensuing auroral and polar cap activity including ionospheric currents and ionospheric convection generates atmospheric gravity waves that propagate from the high-latitude lower thermosphere both upward and downward [4,5,6]. If ducted in the lower atmosphere, they can reach tropical troposphere. Despite significantly reduced wave amplitude, but subject to amplification upon reflection in the upper troposphere, these gravity waves can trigger/release moist instabilities to initiate convective bursts, with the latent heat release leading to intensification of storms [7]. Convective bursts have been linked to rapid intensification of tropical cyclones. Tropical cyclone intensifications are preceded by atmospheric gravity waves generated by the solar wind magnetosphere-ionosphere-atmosphere coupling process. The gravity waves are observed in the ionosphere as traveling ionospheric disturbances. Their propagation in the lower atmosphere is examined by ray tracing in a model atmosphere to show that they can reach tropical cyclones. It is suggested that the interaction of aurorally-generated gravity waves with the tropical cyclone vortex and the inner primary eyewall could play a role in the intensification process. Assuming that quasi-periodic convective bursts lead to vortex waves, a two-dimensional barotropic approximation [8] is used to obtain asymptotic solutions representing propagation of vortex waves. The absorption of vortex waves by the mean flow in the critical layer leads to formation of the secondary eyewall and ultimately to a process of eyewall replacement cycle, one of the well-established paradigms of intensity changes in tropical cyclones [9].

[1] Kaplan J., et al., Wea. Forecasting, 25, 220–241, 2010. https://doi.org/10.1175/2009WAF2222280.1
[2] Wang Y., Wu C.-C., Meteor. Atmos. Phys., 87, 257–278, 2004.
[3] Prikryl P., et al., J. Atmos. Sol.-Terr. Phys., 183, 36-60, 2019. https://doi.org/10.1016/j.jastp.2018.12.009.
[4] Mayr H.G., et al., J. Geophys. Res., 89, 10929–10959, 1984.
[5] Mayr H.G., et al., Space Sci. Rev. 54, 297–375, 1990.
[6] Prikryl P., et al., Ann. Geophys., 23, 401–417, 2005. doi:10.5194/angeo-23-401-2005
[7] Prikryl P., et al., Ann. Geophys. 27, 31–57, 2009. https://doi.org/10.5194/angeo-27-31-2009.
[8] Nikitina L.V., Campbell L.J., Stud. Appl. Math., 135, 377–446, 2015.
[9] Willoughby H.E., et al., J. Atmos. Sci., 39, 395–411, 1982.

Keywords: Solar wind-magnetosphere-ionosphere-atmosphere coupling, High-speed solar wind stream, Atmospheric gravity wave, Extratropical and tropical cyclones

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Influence of Tropical Lower Stratospheric Cooling on Extreme Deep Convective Activity and Tropical Cyclones

*Kodera Kunihiko[1]、江口 菜穂[2]、Ueyama Rei[3]、Funatsu Beatriz[4]、Claud Chantal[5]
*Kunihiko Kodera[1], Nawo Eguchi[2], Rei Ueyama[3], Beatriz M Funatsu[4], Chantal Claud[5]

1. Meteorological Research Institute、2. Kyushu University、3. NASA Ames Research Center、4. Université de Nantes、5. Ecole Polytechnique
1. Meteorological Research Institute, 2. Kyushu University, 3. NASA Ames Research Center, 4. Université de Nantes, 5. Ecole Polytechnique

In previous studies we showed that stratospheric sudden warming (SSW) event can induce rapid cooling in the tropical stratosphere and impact on the tropical convective activity. Case studies on two large SSWs in January 2009 and January 2010, showed that convective activity increased along ascending branch of the Hadley circulation in the austral summer hemisphere. It is also found that frequency of the convective overshooting clouds, and the tropical cyclones (TCs) increased following the tropical stratospheric cooling. Detailed analysis on the relationship between the tropical stratospheric cooling and tropical cyclones are made for 2010 January case. In January 2010, TCs have been generated one after another over Indian Ocean, Maritime continent, and Pacific sectors following a eastward propagation of convective active center associated with the Madden-Julian Oscillation (MJO) until rapid cooling started in the tropical stratosphere in late January. Then, after that, MJO became stationary over the central Pacific and TCs developed or re-developed simultaneously over 3 different sectors: Southwest Indian Ocean, Australia, and central Pacific. TC does not form over the lands, however, extreme deep convective activity simultaneously enhanced with the TCs over African and South American continents. It is suggested that a decrease of static stability in the tropical tropopause layer (TTL) due to a cooling in the lower stratosphere, produced favorable condition for the development of extreme deep convection. The increase of extreme deep convection around 15˚ S latitudinal zone following the tropical stratospheric cooling can be characterized as a strengthening of deep ascending branch of the Hadley circulation connected to the Brewer-Dobson circulation.

キーワード：tropical cyclone、stratosphere、deep convection
Keywords: tropical cyclone, stratosphere, deep convection

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-AS 大気科学・気象学・大気環境

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | 104 1F

[A-AS02] 台風研究の新展開〜過去・現在・未来

コンビーナ:金田 幸恵(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、和田 章義(気象研究所台風・災害気象研究部)、伊藤 耕介(琉球大学)、宮本 佳明(慶應義塾大学　環境情報学部)、座長:宮本 佳明、伊藤 耕介(琉球大学)

台風は、大雨・暴風・高潮・高波により沿岸各地に甚大な被害を与えることから社会的関心の高い自然現象である。2018年は平成30年7月豪雨（前線及び台風第７号による大雨等）を皮切りに西日本を西進した台風第12号、８月の発生数の多さ（９個、観測史上三位）に加えて、９月には台風第21号及び台風第24号が強い勢力を保ったまま西日本を縦断し、日本各地に大きな爪痕を残した。また北大西洋ではハリケーンFlorenceが北米に上陸し、猛威を振るった。近年海面水温の上昇とともに、急発達する台風の増加傾向や、熱帯低気圧の最大強度到達緯度の北上傾向が報告されている。過去から現在、そして未来と地球温暖化が進む中で台風を理解し、その予測の高度化を実現することは、地球惑星科学上の重要な課題である。
台風をターゲットとした衛星観測・航空機観測、数値モデルを用いた大規模アンサンブル実験、最先端衛星観測や機械学習といった新しい手法の導入など、過去・現在・未来を通じた幅広い台風研究が国内外で展開されている。本セッションでは、台風をはじめとする熱帯低気圧に関わる幅広い話題に関する発表を募集し、今後の台風研究の方向性を探る。

10:45 ~ 11:15

[AAS02-07] A change in the inner-core structure of Typhoon Trami (2018) as observed through upper-tropospheric aircraft reconnaissance of T-PARCII

★Invited Papers

*山田 広幸[1]、坪木 和久[2]、篠田 太郎[2]、久保田 尚之[3]、高橋 幸弘[3]、長浜 則夫[4]、清水 健作[4]、大東 忠保[5]、伊藤 耕介[1]、山口 宗彦[6]、中澤 哲夫[6] (1.琉球大学、2.名古屋大学、3.北海道大学、4.明星電気、5.防災科学技術研究所、6.気象庁気象研究所)

11:15 ~ 11:30

[AAS02-08] 台風第21号の上陸に伴う内部構造の劇的変化及びメソ渦と突風の関係

*嶋田 宇大[1]、小山 亮[1]、清水 慎吾[2] (1.気象庁気象研究所、2.防災科学技術研究所)

11:30 ~ 11:45

[AAS02-09] Revisiting Asymmetric CAPE in Sheared Tropical Cyclones

*Qingqing Li[1] (1.NUIST Nanjing University of Information Science and Technology)

11:45 ~ 12:00

[AAS02-10] Observed rainfall asymmetry of tropical cyclone in the process of making landfall in Guangdong, South China

*Guanhuan Wen[1] (1.Guangzhou Institute of Tropical and Marine Meteorology, China Meteorological Administation)

12:00 ~ 12:15

[AAS02-11] Volumetric Detection of Tornadic Vortices Associated with Typhoon Nanmadol (2017) Using PAWR and Deep Learning

*足立 透[1]、石津 尚喜[2]、楠 研一[1]、猪上 華子[1]、新井 健一郎[2]、藤原 忠誠[3]、鈴木 博人[3] (1.気象研究所、2.アルファ電子/気象研究所、3.東日本旅客鉄道)

A change in the inner-core structure of Typhoon Trami (2018) as observed through upper-tropospheric aircraft reconnaissance of T-PARCII

*山田 広幸[1]、坪木 和久[2]、篠田 太郎[2]、久保田 尚之[3]、高橋 幸弘[3]、長浜 則夫[4]、清水 健作[4]、大東 忠保[5]、伊藤 耕介[1]、山口 宗彦[6]、中澤 哲夫[6]
*Hiroyuki Yamada[1], Kazuhisa Tsuboki[2], Taro Shinoda[2], Hisayuki Kubota[3], Yukihiro Takahashi[3], Norio Nagahama[4], Kensaku Shimizu[4], Tadayasu Ohigashi[5], Kosuke Ito[1], Munehiko Yamaguchi[6], Tetsuo Nakazawa[6]

1. 琉球大学、2. 名古屋大学、3. 北海道大学、4. 明星電気、5. 防災科学技術研究所、6. 気象庁気象研究所
1. University of the Ryukyus, 2. Nagoya University, 3. Hokkaido University, 4. Meisei Electric, 5. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 6. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency

Upper-tropospheric aircraft reconnaissance with dropsonde deployment using a Gulfstream-II aircraft was carried out for the inner core of Typhoon Trami on four successive days since 25 September 2018. According to the JMA best track, the central pressure reached its minimum value of 915 hPa on the first day and was subsequently maintained at 950 hPa for three days. Using dropsonde data, this study examined the change in the inner-core structure associated with the intensity change. Based on satellite imagery, this intensity change was associated with the rapid expansion of the eye (with radius increasing from 35 to 90 km) and the gradual increase in the eyewall cloud-top height. A composite analysis of dropsonde profiles in the radius-height domain on each day revealed a change in the flow structure, with the decrease (increase) in the tangential wind component near the radius of 40 km (120 km). This caused an increase in the radial gradient of angular momentum, corresponding to an increase in inertial stability. These results suggest that this typhoon underwent the structural change similar to eyewall replacement cycle while the central pressure was maintained.

Acknowledgements: This work was supported by JSPS KAKENHI Grant Numbers JP16H06311, JP16H04053, JP18H03805, and the Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development (SATREPS) Understanding Lightning and Thunderstorm (ULAT) project.

キーワード：航空機観測、台風、北西太平洋
Keywords: aircraft reconnaissance, tropical cyclone, western North Pacific

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

台風第21号の上陸に伴う内部構造の劇的変化及びメソ渦と突風の関係
Dramatic changes in the inner-core structure of Typhoon Jebi (2018) at landfall and relationship between a mesovortex and strong wind gusts

*嶋田 宇大[1]、小山 亮[1]、清水 慎吾[2]
*Udai Shimada[1], Ryo OYAMA[1], shingo shimizu[2]

1. 気象庁気象研究所、2. 防災科学技術研究所
1. Meteorological Research Institute, 2. National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

Landfalling tropical cyclones experience dramatic structural changes due to increased friction, topography, reduced surface heat fluxes, and reduced moisture supply. Typhoon Jebi (2018) made landfall in Shikoku Island on September 4, 2018, and then it caused record-breaking gust wind speeds greater than 40 m s^{-1} and heavy rainfall greater than 50 mm h^{-1} along its track. Dramatic changes in the inner-core structure of Jebi at landfall and the relationship between heavy rainfall and strong wind gusts, and structural features were examined by using observations. The azimuthal-mean structure of Jebi after landfall shows that while the tangential wind at 1-km altitude decreased from 45 m s^{-1} to 30 m s^{-1}, the structure became more compact, with the radius of maximum wind (RMW) at ~50 km and radar reflectivity increasing inside the RMW at altitudes from 1 to 5 km. Because of increasing forward speed and active convection inside the RMW, maximum wind speed below 6-km altitude did not decrease significantly even after landfall. Inside the RMW, a mesovortex with a scale of 50 km formed in the downshear-left quadrant. The formation of the mesovortex was likely attributed to dynamically forced updraft associated with the storm vortex tilted by vertical wind shear and attributed to tilting of horizontal vorticity associated with the convergence of enhanced frictional inflow. The mesovortex contributed to the strong wind gusts and heavy rainfall. Also, the fast forward speed of more than 15 m s^{-1} increased wind gusts on the right-hand side of Jebi’ s track.

キーワード：上陸台風、レーダー解析、メソ渦
Keywords: landfalling tropical cyclones, radar analysis, mesovortices

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Revisiting Asymmetric CAPE in Sheared Tropical Cyclones

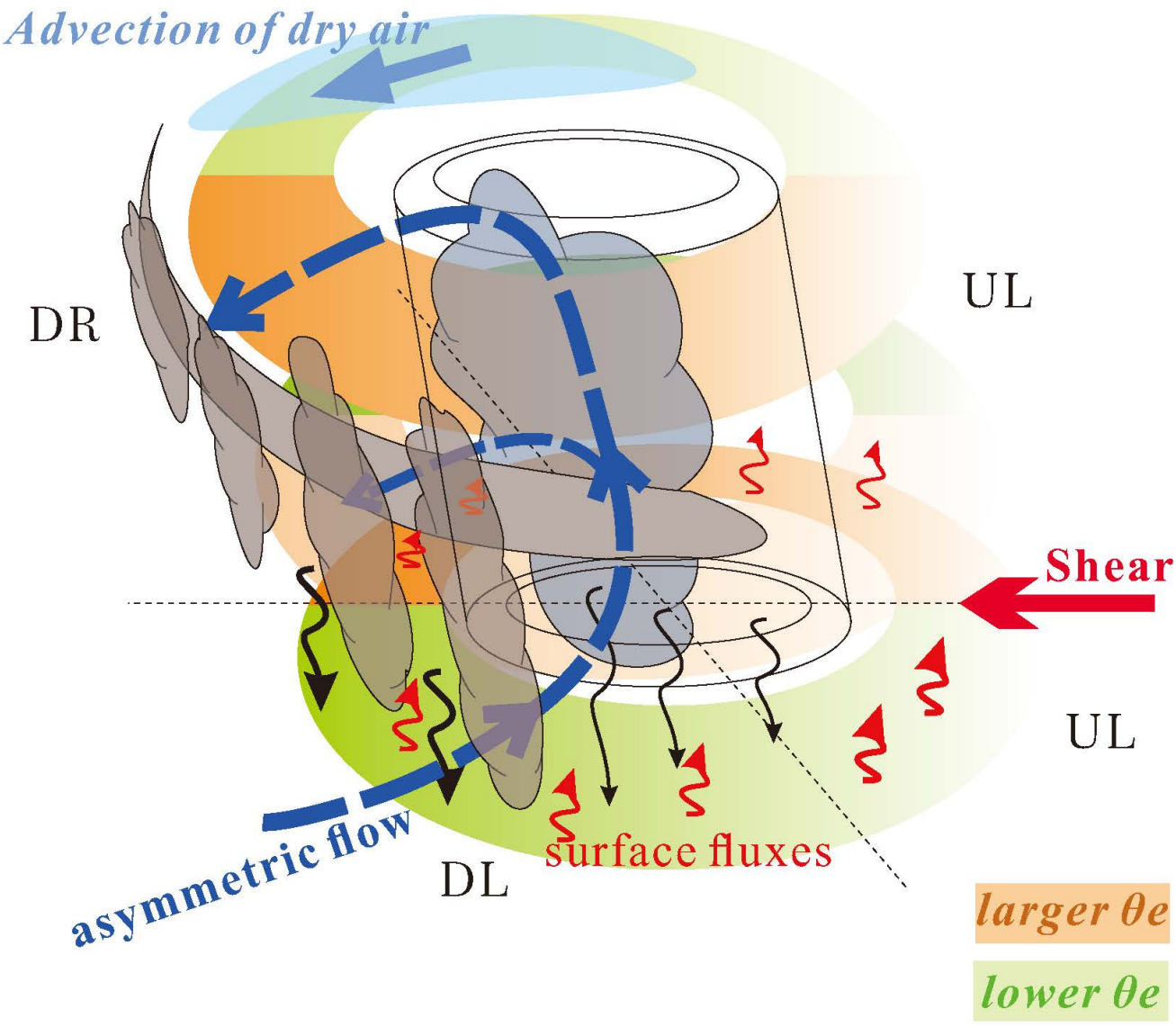
*Qingqing Li[1]

1. NUIST Nanjing University of Information Science and Technology

This study numerically revisits the characteristics and physical processes of azimuthally asymmetric convective available potential energy (CAPE) in the outer cores of vertically sheared tropical cyclones (TCs), which has been observed previously. The results indicate that a downshear-upshear contrast in CAPE occurs in weakly sheared TCs as pointed out in prior studies, while an enhanced downshear left-downshear right contrast is found in strongly sheared storms. Specifically, less (larger) CAPE values arise downshear left (right) under large shear environments. Downward transport of low entropy by the convective and mesoscale downdrafts in principal rainbands reduces the equivalent potential temperature (θe) in the downshear-left boundary layer, whereas positive horizontal advection by the asymmetric outflow contributes to the presence of a mid-level maximum of θe in the same quadrant. Resultantly, lower outer-core CAPE is present downshear left. In the downshear-right quadrant, a lack of convective downdrafts together with surface fluxes leads to higher θe in the boundary layer. The intrusion of dry air by ventilation produces lower θe in the upper troposphere on the right of the shear. Larger CAPE values thus arise downshear right. The effects of such azimuthally asymmetric CAPE on TC structure and intensity are also discussed.

Keywords: tropical cyclone, CAPE, shear

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Observed rainfall asymmetry of tropical cyclone in the process of making landfall in Guangdong, South China

*Guanhuan Wen[1]

1. Guangzhou Institute of Tropical and Marine Meteorology, China Meteorological Administation

This study investigates the rainfall asymmetry of tropical cyclones (TCs) in the process of making landfall in Guangdong (GD), South China, on the basis of satellite-based and reanalysis precipitation data. We mainly focus on TC rainfall asymmetry, its main influencing factor, and its change in the process of landfall, and the difference between different ENSO phases. The results reveal that vertical wind shear (VWS) is the dominant influencing factor of TC rainfall asymmetry in GD. The rainfall maximum is located in downshear left of VWS. The TC rainfall asymmetry has little change in the process of making landfall, though the rain rate decreases. Both the phase and amplitude of TC rainfall asymmetry have no significant change from 24 hours prior to landfall to 12 hours after landfall. The rainfall maximum steadily lies in downshear left. The amplitude of rainfall asymmetry is about 50%, suggesting that the asymmetric rainfall is about half of the axisymmetric rainfall. There is no obvious difference in TC rainfall asymmetry between El Niño, La Niña, and neutral years.

Keywords: Tropical cyclone, Rainfall asymmetry, TRMM, Vertical wind shear

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Volumetric Detection of Tornadic Vortices Associated with Typhoon Nanmadol (2017) Using PAWR and Deep Learning

*足立 透[1]、石津 尚喜[2]、楠 研一[1]、猪上 華子[1]、新井 健一郎[2]、藤原 忠誠[3]、鈴木 博人[3]
*Toru Adachi[1], Naoki Ishitsu[2], Kenichi Kusunoki[1], Hanako Inoue[1], Ken-ichiro Arai[2], Chusei Fujiwara[3], Hiroto Suzuki[3]

1. 気象研究所、2. アルファ電子/気象研究所、3. 東日本旅客鉄道
1. Meteorological Research Institute, 2. Alpha Denshi/Meteorological Research Institute, 3. East Japan Railway Company

Tornadoes spawned by miniature supercells associated with typhoon are one of critical issues for disaster risk reduction in Japan. However, it is not easy to monitor and predict their occurrence because the parent storm is considerably small compared with classic-type tornadic supercell. We try to overcome this problem by combining cutting-edge technologies using rapid-scan phased array weather radar (PAWR) and deep learning analysis. We present a case study of tornado-like vortices which caused damages in Souka city, Saitama, during the approach of Typhoon Nanmadol (2017). We performed data analysis of two rapid-scan phased array weather radars operated by Meteorological Research Institute in Tsukuba and operated by Japan Radio Co., Ltd. in Chiba. To detect vortices from the PAWR-observed Doppler velocity data, we employed a vortex pattern finding scheme using convolutional neural network. Since PAWR carries out quasi-simultaneous observation of multi-elevational angles, we considered a group of vortices located in a radius of 4-km as a single vertically-extending volumetric vortex. By analyzing the spatiotemporal structure, we found a significant growth of a tornadic vortex about five minutes prior to its passage over the ground damage area. This finding suggests that a combination of rapid-scan PAWR observation and deep learning analysis is useful for monitoring and short-term forecasting of tornadoes associated with typhoon.

Acknowledgement: This work is supported by JSPS KAKENHI Grant 17K13007. In this analysis, we used PAWR data operated by Japan Radio Co., Ltd.

キーワード：台風、竜巻、フェーズドアレイ気象レーダー、深層学習
Keywords: Typhoon, Tornado, Phased Array Weather Radar, Deep Learning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-AS 大気科学・気象学・大気環境

2019年5月30日(木) 13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_1

[A-AS02] 台風研究の新展開～過去・現在・未来

コンビーナ:金田 幸恵(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、和田 章義(気象研究所台風・災害気象研究部)、伊藤 耕介(琉球大学)、宮本 佳明(慶應義塾大学　環境情報学部)

台風は、大雨・暴風・高潮・高波により沿岸各地に甚大な被害を与えることから社会的関心の高い自然現象である。2018年は平成30年7月豪雨（前線及び台風第７号による大雨等）を皮切りに西日本を西進した台風第12号、８月の発生数の多さ（９個、観測史上三位）に加えて、９月には台風第21号及び台風第24号が強い勢力を保ったまま西日本を縦断し、日本各地に大きな爪痕を残した。また北大西洋ではハリケーンFlorenceが北米に上陸し、猛威を振るった。近年海面水温の上昇とともに、急発達する台風の増加傾向や、熱帯低気圧の最大強度到達緯度の北上傾向が報告されている。過去から現在、そして未来と地球温暖化が進む中で台風を理解し、その予測の高度化を実現することは、地球惑星科学上の重要な課題である。
台風をターゲットとした衛星観測・航空機観測、数値モデルを用いた大規模アンサンブル実験、最先端衛星観測や機械学習といった新しい手法の導入など、過去・現在・未来を通じた幅広い台風研究が国内外で展開されている。本セッションでは、台風をはじめとする熱帯低気圧に関わる幅広い話題に関する発表を募集し、今後の台風研究の方向性を探る。

[AAS02-P01] Numerical study on lightning frequency in a tropical cyclone

*佐藤 陽祐[1,3]、宮本 佳明[2,3]、富田 浩文[3] (1.名古屋大学工学研究科、2.慶應大学環境情報学部、3.理化学研究所計算科学研究センター)

[AAS02-P02] **Sensitivity of Numerical Simulation of Typhoon Nepartak (2016) to Cloud Condensation Nuclei Concentration**

*Yu-De Wu[1]、Jian-Liang Wang[1] (1.Dept. of Environmental Informational and Engineering, Chung Cheng Institute of Technology, National Defense University, Taiwan)

[AAS02-P03] Moisture Budget Analysis for Hurricane Precipitation on Texas

*飯塚 聡[1]、酒井 直樹[1] (1.防災科学技術研究所)

[AAS02-P04] Remote response of a developing tropical cyclone over the western North Pacific to large-scale vapor transport from the Kuroshio in boreal fall

*藤原 圭太[1]、川村 隆一[2]、川野 哲也[2] (1.九州大学大学院理学府、2.九州大学大学院理学研究院)

[AAS02-P05] Asymmetrically Intensifying Processes of a Category 4 Super Typhoon Lan (2017) during High Vertical Wind Shear

*金田 幸恵[1]、和田 章義[2]、坪木 和久[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.気象庁気象研究所)

[AAS02-P06] Roles of preexisting oceanic condition and ocean coupling processes in the intensity prediction during the mature phase of Typhoon Trami (2018)

*和田 章義[1] (1.気象研究所台風研究部)

[AAS02-P07] Development and assessment of the probabilistic storm surge forecast system in Taiwan: Case Study of Typhoon Maria in 2018

*Chun-Wei Lin[1]、Tso-Ren Wu[1]、Yu-Lin Tsai[1]、Shu-Chun Chuang[1]、Chi-Hao Chu[2]、Chuen-Teyr Terng[2] (1.Graduate Institute of Hydrological and Oceanic Sciences, National Central University, Chungli, Taiwan、2.Marine Meteorology Center, Central Weather Bureau, Taipei, Taiwan)

[AAS02-P08] Basic Data Construction for a Typhoon Disaster Prevention Model : Analysis and Changes by El Nino and La Nina year

*HANA NA[1]、Woo-Sik Jung[1] (1.Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea)

[AAS02-P09] Basic Data Construction for a Typhoon Disaster Prevention Model : Analysis According to the Typhoon Path Type

*HANA NA[1]、Woo-Sik JUNG[1] (1.Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea)

[AAS02-P10] Basic Data Construction for a Typhoon Disaster Prevention Model : Monthly Characteristics of Typhoon Rusa, Maemi, Kompasu, and Bolaven

*HANA NA[1]、Woo-Sik Jung[1] (1.Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea)

[AAS02-P11] 太陽風が吹く空間で自転している地球で発生する台風のメカニズム

*唐澤 信司[1] (1.宮城工業高等専門学校 名誉教授)

Numerical study on lightning frequency in a tropical cyclone

*佐藤 陽祐[1,3]、宮本 佳明[2,3]、富田 浩文[3]
*Yousuke Sato[1,3], Yoshiaki Miyamoto[2,3], Tomita Hirofumi[3]

1. 名古屋大学工学研究科、2. 慶應大学環境情報学部、3. 理化学研究所計算科学研究センター
1. Department of Applied Energy, Nagoya University, 2. Faculty of Environment and Information Studies, Keio University, 3. RIKEN Center for Computational Science

This study investigates frequency of lightning in each stage of lifecycle of tropical cyclone (TC) using the next generation weather and climate library called Scalable Computing for Advanced Library and Environment (SCALE; Sato et al. 2015, Nishizawa et al. 2015). Lightning component was developed and implemented into SCALE in this study. An idealized experiment based on an experimental setup of Miyamoto and Takemi (2013) was conducted by SCALE coupled with lightning component. The results of the simulation indicate that the lightning frequency is maximum before rapid intensification (RI) of TC, which supports the report of Price et al. (2009) derived from satellite observation. The frequency of lightning decreases after RI and it keeps small until the TC reaches steady state. Our analyses elucidate that the dependency of the lightning frequency upon the developing stage of TC is originated from the type of convection dominating at each growth stage. Before the RI, the convection generated by consuming convective available potential energy (CAPE) transport hydrometeors upward, and the charge split and the lightning frequently occur. During the steady state, the hydrometeors are mainly transported by the fast rotating flow in the simulated TC, which resulted in the weak charge split and small frequency of lightning.

キーワード：台風、雷
Keywords: Tropical cyclone, Lightning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Sensitivity of Numerical Simulation of Typhoon Nepartak (2016) to Cloud Condensation Nuclei Concentration

*Yu-De Wu[1], Jian-Liang Wang[1]

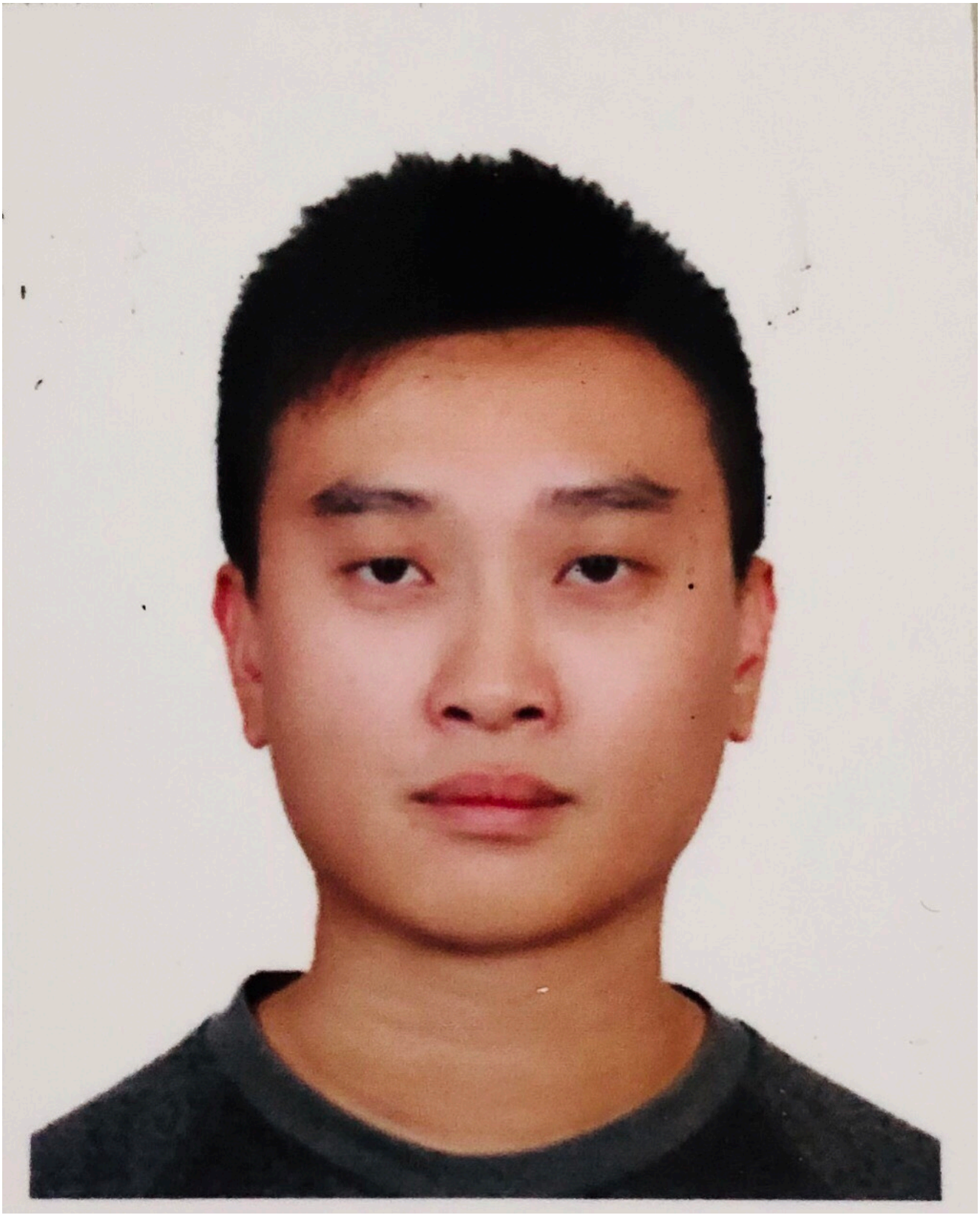
1. Dept. of Environmental Informational and Engineering, Chung Cheng Institute of Technology, National Defense University, Taiwan

The study is carried out using the WRF model and the Cloud Condensation Nuclei, CCN, in the WDM6 microphysics scheme has been modified to test its impacts on typhoon simulations. The simulated track, intensity, and rainfall distribution of Typhoon Nepartak (2016) over Pacific Ocean are compared among numerical experiments of different initial concentration of CCN (wdm6_ctr, wdm6_10, and wdm6_50, where wdm6_10 and wdm6_50 represent that CCN are respectively 10 and 50 times of the value used in wdm6_ctr).

The simulated tracks in three runs are similar, but the intensity and the maximum dBz increase both in wdm6_10 and wdm6_50, but it takes more time for wdm6_50 to intensify. The comparison of mixing ratios of five water species shows that the cloud droplets mixing ratios increase as CCN is increased. The mixing ratios of rain, cloud ice, snow and graupel are enhanced more rapidly in wdm6_10 compared with wdm6_50. The same situation happens in the divergence field and upward motions. It is suggested that the increase of CCN will result in stronger typhoon, but the intensification will be slowed down with too much CCN.

Keywords: Cloud Condensation Nuclei, Typhoon Nepartak, Microphysics Scheme

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Moisture Budget Analysis for Hurricane Precipitation on Texas

*飯塚 聡[1]、酒井 直樹[1]
*Satoshi Iizuka[1], Naoki Sakai[1]

1. 防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

In August 2017, Hurricane Harvey brought the unprecedented amount of rainfall and catastrophic flooding on the Houston metropolitan area, as it stagnated near the coast of Texas for several days after its decline to a tropical storm intensity. The present study compares the moisture budget for rainfall associated with Harvey with those of past hurricanes making landfall on Texas. It seems that the high pressure over the west coast region of the US, along with the meandering of the subtropical jet starting from the periphery of Hawaii and toward the south in Texas, stagnated Hurricane Harvey around the coast of Texas for several days. The meandering of the subtropical jet toward the south in Texas also caused the largest convergence of moisture advected from the Gulf of Mexico efficiently over Texas, although the accompanied high pressure was not extraordinary event. Therefore, it is suggested that surrounding meteorological conditions can greatly affect rainfall related to tropical cyclones.

キーワード：ハリケーン　ハービー、降水、水蒸気収支
Keywords: Hurricane Harvey, Precipitation, Moisture Budget

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Remote response of a developing tropical cyclone over the western North Pacific to large-scale vapor transport from the Kuroshio in boreal fall

*藤原 圭太[1]、川村 隆一[2]、川野 哲也[2]
*Keita Fujiwara[1], Ryuichi Kawamura[2], Tetsuya Kawano[2]

1. 九州大学大学院理学府、2. 九州大学大学院理学研究院
1. Graduate School of Science, Kyushu University, 2. Faculty of Science, Kyushu University

A remote linkage between the development of tropical cyclone (TC) over the western North Pacific and moisture transport from the Kuroshio Current due to environmental flow toward TC was examined by using regional cloud resolving model and Lagrangian diagnostics. In this study, we specially highlighted a prototypical TC (Typhoon Chaba 2010), which developed and migrated northward over the Philippines Sea in boreal fall, and conducted sensitivity experiments that modified surface turbulent latent heat flux (LHF) over the Kuroshio. The large-scale environment was characterized by a combination of two synoptic systems, eastward-migrating anticyclone from the Asian continent and TC approaching Japan, bringing low-level northeasterly flows over the Kuroshio through an enhanced meridional pressure gradient in that region. Trajectory analyses suggested that air parcels along the northeasterlies modified by receiving abundant water vapor from the underlying Kuroshio may contribute to latent heating within Chaba’s inner core region as a remote effect, leading to TC development.

When LHF was removed or reduced over the Kuroshio under the dominance of the northwesterly flow, TC intensity attenuated during its developing stage even though TC was fairly far away from the Kuroshio. Since no or little modification of dry air parcels occurred in the atmospheric boundary layer over the Kuroshio, contribution of those parcels to latent heat release around Chaba’s eyewall become small. Furthermore, dry air penetration into TC’s inner core region may act as an inhibitor of convection within that region, resulting in deceleration of the TC development. These findings were consistent with another TC (Typhoon Toakge 2004) with a similar synoptic environment, increasing reliability of remote impact of moisture import from the Kuroshio on TC development.

キーワード：台風、水蒸気輸送、黒潮
Keywords: tropical cyclone, moisture transport, Kuroshio Current

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Asymmetrically Intensifying Processes of a Category 4 Super Typhoon Lan (2017) during High Vertical Wind Shear

*金田 幸恵[1]、和田 章義[2]、坪木 和久[1]
*Sachie Kanada[1], Akiyoshi Wada[2], Kazuhisa Tsuboki[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 気象庁気象研究所
1. Nagoya University, 2. Meteorological Research Institute

On 21 October 2017, Typhoon Lan developed to a Category 4 super typhoon with the minimum central pressure (MCP) of 915 hPa at 25.6 degrees north latitude and maintained the peak intensity until the storm arrived at 29.9˚N under a strong environmental vertical wind shear (VWS) of 14 m s^{-1}. To understand the intensification processes of an intense typhoon with such high VWS, numerical simulations on Typhoon Lan were conducted using a high-resolution three-dimensional atmosphere regional model, the Cloud Resolving Storm Simulator (CReSS; Tsuboki and Sakakibara, 2002). Two sensitivity experiments, 1dO and FO, were conducted with different SST representations. In the 1dO experiment, a simple thermal diffusion model was used to express temperature changes due to ocean vertical mixing. The FO experiment with a time-fixed SST did not consider the evolution of SST. Both experiments used the same initial and boundary conditions and model specifications for the atmosphere, started at 0000 UTC 18 October 2017, and had an integration time of 5 days. The computational domain was 2˚N–37.8˚N and 115˚E–145˚E. The number of horizontal grids in the computational domain was 752×896 with the horizontal grid size of 0.04 longitude by 0.04 latitude.

The typhoon simulated in the 1dO experiment successfully achieved the MCP of 910 hPa at 29.5˚N, exhibiting strong asymmetric precipitation pattern as observed by the satellites. The intensification processes were accompanied by rapid developments of the strong winds and warm core in the low-levels. The strong northeast VWS forced to tilt the storm axis to downshear side (northeast) and, in the downshear quadrants, tall, intense and upstanding eyewall updrafts (CBs) formed from the low-level convergence of the storm travelling northeastward with a relatively fast translation speed of 10 m s^{-1}. Meanwhile, dry subsidence from the upper-levels intensified the low-level warm core in the upshear side of the eye. Despite the inner-core convection and precipitation exhibited strong asymmetric structures, the axisymmetricity of the storm circulation was maintained in the mid-to-low levels and abundant water vapor enclosed in the eye allowed to develop CBs around the radius of the maximum wind speeds. Although the FO storm overestimated the MCP of 879hPa, the similar asymmetric patterns in precipitation and convection were also found in the FO storm. The results indicated that the storm structures of typhoon Lan would be less sensitive to the SST-cooling effect.

キーワード：台風、数値実験
Keywords: Typhoon, numerical model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Roles of preexisting oceanic condition and ocean coupling processes in the intensity prediction during the mature phase of Typhoon Trami (2018)

Roles of preexisting oceanic condition and ocean coupling processes in the intensity prediction during the mature phase of Typhoon Trami (2018)

*和田 章義[1]
*Akiyoshi Wada[1]

1. 気象研究所台風研究部
1. Typhoon Research Department Meteorological Research Institute

Typhoon Trami (2018) is one of the typhoons that made landfall in Japan. According to the Regional Specialized Meteorological Center (RSMC) Tokyo best track analysis, the central pressure reached 915 hPa at 18 UTC on 24 September around 20˚N and then rapidly increased by 950 hPa in 18 hours. After the rapid increases in the central pressure, intensity forecasts announced further intensification to 935 hPa, but the typhoon could not intensify again. In order to clarify the impact of the cold eddies over the ocean on this forecast error, we conducted numerical simulations with different oceanic initial conditions (daily data from 19 to 25 September were used so that the number of ensemble members is seven) using a 2 km-mesh nonhydrostatic atmosphere model coupled with ocean surface wave and multilayer ocean models with the Japan Meteorological Agency (JMA) global objective analysis with horizontal resolution of 20 km and the JMA North Pacific Ocean analysis with horizontal resolution of 0.5˚. In addition, a sensitivity numerical experiment was conducted with the oceanic initial condition on 23 September merged with an artificial cold vortex centered at 21˚N, 129˚E of which both a mixed layer and thermocline was 50 m shallower than the control experiment. Moreover, a simulation with a 2 km-mesh nonhydrostatic atmosphere model was performed with the oceanic initial condition on 23 September. The initial time and integration period are 00 UTC on 23 September and 180 hours with the time interval of 3 seconds.

The results of simulated tracks were reasonable compared with the RSMC best track analysis, while the rapid decrease in the central pressure could not be simulated due to a large difference in central pressure at the initial time so that the simulated minimum central pressure was higher than the best track central pressure. From the analysis with the ratio of a difference to the standard deviation obtained from the ensemble experiments, the impact of different oceanic initial conditions on central pressure was different from that on the maximum wind speed particularly from 25 to 27 September when the typhoon passed near the cold eddy. The impact of ocean coupling on simulated central pressure and maximum wind speed was considerably greater than that of the artificial cold eddy and that of different oceanic initial conditions. The impact of the artificial cold eddy was a few times greater than that of different oceanic initial conditions around 26 September. The result indicates that more detailed observation and more accurate analysis regarding the cold eddy over the ocean will contribute to the improvement of typhoon intensity predictions.

キーワード：tropical cyclone、atmosphere-wave-ocean coupled model、intensity forecast、preexisting cold eddy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: tropical cyclone, atmosphere-wave-ocean coupled model, intensity forecast, preexisting cold eddy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Development and assessment of the probabilistic storm surge forecast system in Taiwan: Case Study of Typhoon Maria in 2018

*Chun-Wei Lin[1], Tso-Ren Wu[1], Yu-Lin Tsai[1], Shu-Chun Chuang[1], Chi-Hao Chu[2], Chuen-Teyr Terng[2]

1. Graduate Institute of Hydrological and Oceanic Sciences, National Central University, Chungli, Taiwan, 2. Marine Meteorology Center, Central Weather Bureau, Taipei, Taiwan

From the forecast and the analyzed typhoon tracks in Taiwan, it is found that if the forecast track errors are greater than 100 km, roughly a quarter of the length of Taiwan, significant variability of storm surge elevation can be seen.
In order to consider the uncertainty of the atmospheric forecast, this study aims to develop the probabilistic storm surge forecast system. The coastal storm surge model applied in this study is COMCOT-SS (COrnell Multi-Grid COupled Tsunami Model –Storm Surge), which is the kernel of the operating deterministic storm surge forecast system in CWB, Taiwan. It solves nonlinear shallow water equations in the nested-grid scheme. Two ensemble methods are adopted in this study, one is Deterministic Track Error Distribution Method, D-TED Method. The other one is the Ensemble Track Analysis Method, ETA Method. D-TED Method is generated from the deterministic forecast, while the ETA Method obtains typhoon tracks and parameters from the CWB WEPS (CWB WRF Ensemble Prediction System).
From the case study of typhoon Maria in 2018, it shows that as the typhoon approaching Taiwan, the coverage of the tracks from ETA Method would be more convergence comparing to the tracks from D-TED Method, and it provides a more concentrated surge elevation distribution.

Keywords: storm surge, ensemble forecast, COMCOT-SS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Basic Data Construction for a Typhoon Disaster Prevention Model : Analysis and Changes by El Nino and La Nina year

*HANA NA[1], Woo-Sik Jung[1]

1. Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea

Among the typhoons that affected the Korean Peninsula for approximately 110 years from 1904, when weather observation began until 2018, all of the top five typhoons in terms of the maximum wind speed and property damage record occurred after 2000. This implies that the intensity of typhoons is becoming stronger and the damage is more severe compared to the past. Moreover, typhoons are significantly affected by the sea temperature. The El Nino and La Nina phenomena, in which significant changes in the sea temperature occur, may significantly affect the occurrence and intensity of typhoons affecting the Korean Peninsula. Therefore, this study aims to analyze changes by year, and the years of El Nino and La Nina occurrences by estimating the maximum wind speed that can be generated during typhoon period based on the typhoons that affected the Korean Peninsula. This study was conducted for the period between 2002 and 2015. As a result of analyzing the maximum wind speed of the typhoons that affected the Korean Peninsula by year, high 3-second gusts tended to occur in the Gyeongsang-do area including the southeast coast of the Korean Peninsula from 2002 to 2006. Subsequently, the strong wind area of the 3-second gusts expanded, and high 3-second gusts occurred in the Seoul metropolitan area. Moreover, as a result of investigating the 3-second gust characteristics for the years of El Nino and La Nina occurrences, a higher maximum wind speed was observed from the typhoons that affected the Korean Peninsula in the years of El Nino occurrence.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

Keywords: Typhoon Disaster Prevention Model, 3-Second gust, El Nino, La Nina

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Basic Data Construction for a Typhoon Disaster Prevention Model : Analysis and Changes by El Nino and La Nina year

Hana Na, Woo-Sik Jung

Among the typhoons that affected the Korean Peninsula for approximately 110 years from 1904, when weather observation began until 2018, all of the top five typhoons in terms of the maximum wind speed and property damage record occurred after 2000. This implies that the intensity of typhoons is becoming stronger and the damage is more severe compared to the past. Moreover, typhoons are significantly affected by the sea temperature. The El Nino and La Nina phenomena, in which significant changes in the sea temperature occur, may significantly affect the occurrence and intensity of typhoons affecting the Korean Peninsula. Therefore, this study aims to analyze changes by year, and the years of El Nino and La Nina occurrences by estimating the maximum wind speed that can be generated during typhoon period based on the typhoons that affected the Korean Peninsula. This study was conducted for the period between 2002 and 2015. As a result of analyzing the maximum wind speed of the typhoons that affected the Korean Peninsula by year, high 3-second gusts tended to occur in the Gyeongsang-do area including the southeast coast of the Korean Peninsula from 2002 to 2006. Subsequently, the strong wind area of the 3-second gusts expanded, and high 3-second gusts occurred in the Seoul metropolitan area. Moreover, as a result of investigating the 3-second gust characteristics for the years of El Nino and La Nina occurrences, a higher maximum wind speed was observed from the typhoons that affected the Korean Peninsula in the years of El Nino occurrence.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

Key words : Typhoon Disaster Prevention Model, WRF, 3-Second gust, El Nino, La Nina

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Basic Data Construction for a Typhoon Disaster Prevention Model : Analysis According to the Typhoon Path Type

*HANA NA[1], Woo-Sik JUNG[1]

1. Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea

In this study, a typhoon disaster prevention model was used to estimate the maximum wind speed during typhoon period by path type from all typhoons that affected the Korean Peninsula from 2002 to 2015. For the typhoon information and upper wind information used as input data, the results of the WRF numerical model, which utilized the Best Track data of the RSMC Tokyo Typhoon Center and the RDAPS data of the Korea Meteorological Administration, were applied. From analyzing the path type impact frequency using all typhoons that affected the Korean Peninsula during the study period (2002–2015), Type 7 that affected the Korean Peninsula through Japan was the most frequent, followed by Type 2 that directly landed on the Korean Peninsula through the southern coast. From analyzing the monthly path types of the typhoons that affected the Korean Peninsula, Type 2 that affected the Korean Peninsula by landing on the southern coast and Type 7 that affected the Korean Peninsula through Japan were the most frequent for the recently increasing September typhoons. The analysis of the maximum wind speed of the 3-second gust that may occur during typhoon period by path type revealed that Type 2 that affected the Korean Peninsula by landing on the southern coast exhibited the highest 3-second gust. As a result of examining the distribution of Type 2, high 3-second gusts occurred throughout the Korean Peninsula, including the southeast coast. As for the path of Type 2 that directly affected the Korean Peninsula by landing on the southern coast, the occurrence frequency was the second highest during the entire study period and the value of the 3-second gust, which was the maximum wind speed that may occur during typhoon period, was the highest.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

Keywords: Typhoon Path, 3-Second gust, Typhoon Disaster Prevention Model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Basic Data Construction for a Typhoon Disaster Prevention Model : Analysis According to the Typhoon Path Type

Hana Na, Woo-Sik Jung

In this study, a typhoon disaster prevention model was used to estimate the maximum wind speed during typhoon period by path type from all typhoons that affected the Korean Peninsula from 2002 to 2015. For the typhoon information and upper wind information used as input data, the results of the WRF numerical model, which utilized the Best Track data of the RSMC Tokyo Typhoon Center and the RDAPS data of the Korea Meteorological Administration, were applied. From analyzing the path type impact frequency using all typhoons that affected the Korean Peninsula during the study period (2002–2015), Type 7 that affected the Korean Peninsula through Japan was the most frequent, followed by Type 2 that directly landed on the Korean Peninsula through the southern coast. From analyzing the monthly path types of the typhoons that affected the Korean Peninsula, Type 2 that affected the Korean Peninsula by landing on the southern coast and Type 7 that affected the Korean Peninsula through Japan were the most frequent for the recently increasing September typhoons. The analysis of the maximum wind speed of the 3-second gust that may occur during typhoon period by path type revealed that Type 2 that affected the Korean Peninsula by landing on the southern coast exhibited the highest 3-second gust. As a result of examining the distribution of Type 2, high 3-second gusts occurred throughout the Korean Peninsula, including the southeast coast. As for the path of Type 2 that directly affected the Korean Peninsula by landing on the southern coast, the occurrence frequency was the second highest during the entire study period and the value of the 3-second gust, which was the maximum wind speed that may occur during typhoon period, was the highest.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

Keywords : Typhoon Disaster Prevention Model, WRF, Typhoon Track, 3-Second gust

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Basic Data Construction for a Typhoon Disaster Prevention Model : Monthly Characteristics of Typhoon Rusa, Maemi, Kompasu, and Bolaven

*HANA NA[1], Woo-Sik Jung[1]

1. Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea

According to a typhoon report that summarized the typhoons that had affected the Korean Peninsula for approximately 100 years since the start of weather observation in the Korean Peninsula, the number of typhoons that affected the Korean Peninsula was the highest in August, followed by July, and September. A study that analyzed the period between 1953 and 2003 revealed that the number of typhoons that affected the Korean Peninsula was 62 in August, 49 in July, and 45 in September. As shown, previous studies that analyzed the typhoons that affected the Korean Peninsula by month were primarily focused on the impact frequency. This study aims to estimate the monthly impact frequency of the typhoons that affected the Korean Peninsula as well as the maximum wind speed that accompanied the typhoons. It also aims to construct the basic data of a typhoon disaster prevention model by estimating the maximum wind speed during typhoon period using Typhoon Rusa that resulted in the highest property damage, Typhoon Maemi that recorded the maximum wind speed, Typhoon Kompasu that significantly affected the Seoul metropolitan area, and Typhoon Bolaven that recently recorded severe damages. A typhoon disaster prevention model was used to estimate the maximum wind speed of the 3-second gust that may occur, and the 700 hPa wind speed estimated through WRF(Weather Research and Forecasting) numerical simulation was used as input data.

Unlike the target period reported in the white paper on typhoons (1904–2010), this study analyzed the monthly impact frequency of the typhoons that affected the Korean Peninsula from 2002 and 2015. The result indicated that the impact frequency was the highest in August, followed by July and September. This result was the same as that of the typhoon report. An analysis by year revealed that typhoon period increased in September. The 3-second gust was found to be the highest in September, followed by August and July. When this result was analyzed in relation to the recently increasing autumn typhoons (September and October), the 3-second gust result was the highest in September, indicating disaster prevention must be emphasized. By additionally analyzing the maximum wind speed distributions of Typhoon Rusa, Maemi, Kompasu, and Bolaven, the area with the maximum wind speed varied depending on the typhoon path, and the 3-second gust was higher than 44 m/s based on the typhoon intensity classification and accounted for approximately10%.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

Keywords: Typhoon Disaster Prevention Model, WRF, 3-Second gust

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Basic Data Construction for a Typhoon Disaster Prevention Model : Monthly Characteristics of Typhoon Rusa, Maemi, Kompasu, and Bolaven

Hana Na, Woo-Sik Jung

According to a typhoon report that summarized the typhoons that had affected the Korean Peninsula for approximately 100 years since the start of weather observation in the Korean Peninsula, the number of typhoons that affected the Korean Peninsula was the highest in August, followed by July, and September. A study that analyzed the period between 1953 and 2003 revealed that the number of typhoons that affected the Korean Peninsula was 62 in August, 49 in July, and 45 in September. As shown, previous studies that analyzed the typhoons that affected the Korean Peninsula by month were primarily focused on the impact frequency. This study aims to estimate the monthly impact frequency of the typhoons that affected the Korean Peninsula as well as the maximum wind speed that accompanied the typhoons. It also aims to construct the basic data of a typhoon disaster prevention model by estimating the maximum wind speed during typhoon period using Typhoon Rusa that resulted in the highest property damage, Typhoon Maemi that recorded the maximum wind speed, Typhoon Kompasu that significantly affected the Seoul metropolitan area, and Typhoon Bolaven that recently recorded severe damages. A typhoon disaster prevention model was used to estimate the maximum wind speed of the 3-second gust that may occur, and the 700 hPa wind speed estimated through WRF(Weather Research and Forecasting) numerical simulation was used as input data.

Unlike the target period reported in the white paper on typhoons (1904–2010), this study analyzed the monthly impact frequency of the typhoons that affected the Korean Peninsula from 2002 and 2015. The result indicated that the impact frequency was the highest in August, followed by July and September. This result was the same as that of the typhoon report. An analysis by year revealed that typhoon period increased in September. The 3-second gust was found to be the highest in September, followed by August and July. When this result was analyzed in relation to the recently increasing autumn typhoons (September and October), the 3-second gust result was the highest in September, indicating disaster prevention must be emphasized. By additionally analyzing the maximum wind speed distributions of Typhoon Rusa, Maemi, Kompasu, and Bolaven, the area with the maximum wind speed varied depending on the typhoon path, and the 3-second gust was higher than 44 m/s based on the typhoon intensity classification and accounted for approximately10%.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

Keywords : Typhoon Disaster Prevention Model, WRF, 3-Second gust, RUSA, MAEMI, KOMPASU, BOLAVEN

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

太陽風が吹く空間で自転している地球で発生する台風のメカニズム
The mechanism of typhoon generated in the earth that rotates in the space where the solar wind blows

*唐澤 信司[1]
*Shinji Karasawa[1]

1. 宮城工業高等専門学校 名誉教授
1. Miyagi National College of Technology Professor emeritus

熱帯低気圧の上空の広い範囲で大気は貿易の風と偏西風によって時計方向を旋回します。中心に集まった気体分子の角運動量が保存されるので、中心部の回転が増します。その遠心力が圧力差の求心を上回り台風の目が発生します。台風の積乱雲の下層の大気も低気圧の中心に向かって移動します。台風の目と壁雲の境界面の空気は同じ方向に回転します。そこで、上空の冷気の流れの時計方向であるので積乱雲は反時計方向に回転します。暖かい気流が旋回して混合され、冷却されて水蒸気となり、雨となる仕組みで中心部の低気圧は保たれて台風が発達します。地球が自転でしても太陽風が地球の東側の大気をより多く加速して偏西風を駆動します。他方、太陽に直面した赤道付近に衝突を繰り返す太陽風の反時計回転運動成分は歯車が噛み合う仕組みで赤道上空の大気を東から西に時計回転方向に移動させて貿易風を駆動します。[参考動画, 唐澤信司, 台風はどのようにして発生するのか, https://www.youtube.com/watch?v=s7NqqXFiwuc]

キーワード：台風、偏西風、貿易風、太陽風、地球の自転、太陽の自転
Keywords: tropical cyclone, westerlies, trade winds, solar wind, Earth’s rotation, Sun’s rotation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-AS 大気科学・気象学・大気環境

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_5

[A-AS02] 台風研究の新展開～過去・現在・未来

コンビーナ:金田 幸恵(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、和田 章義(気象研究所台風・災害気象研究部)、伊藤 耕介(琉球大学)、宮本 佳明(慶應義塾大学　環境情報学部)

台風は、大雨・暴風・高潮・高波により沿岸各地に甚大な被害を与えることから社会的関心の高い自然現象である。2018年は平成30年7月豪雨（前線及び台風第７号による大雨等）を皮切りに西日本を西進した台風第12号、８月の発生数の多さ（９個、観測史上三位）に加えて、９月には台風第21号及び台風第24号が強い勢力を保ったまま西日本を縦断し、日本各地に大きな爪痕を残した。また北大西洋ではハリケーンFlorenceが北米に上陸し、猛威を振るった。近年海面水温の上昇とともに、急発達する台風の増加傾向や、熱帯低気圧の最大強度到達緯度の北上傾向が報告されている。過去から現在、そして未来と地球温暖化が進む中で台風を理解し、その予測の高度化を実現することは、地球惑星科学上の重要な課題である。
台風をターゲットとした衛星観測・航空機観測、数値モデルを用いた大規模アンサンブル実験、最先端衛星観測や機械学習といった新しい手法の導入など、過去・現在・未来を通じた幅広い台風研究が国内外で展開されている。本セッションでは、台風をはじめとする熱帯低気圧に関わる幅広い話題に関する発表を募集し、今後の台風研究の方向性を探る。

[AAS02-P01] Numerical study on lightning frequency in a tropical cyclone

*佐藤 陽祐[1,3]、宮本 佳明[2,3]、富田 浩文[3] (1.名古屋大学工学研究科、2.慶應大学環境情報学部、3.理化学研究所計算科学研究センター)

[AAS02-P02] **Sensitivity of Numerical Simulation of Typhoon Nepartak (2016) to Cloud Condensation Nuclei Concentration**

*Yu-De Wu[1]、Jian-Liang Wang[1] (1.Dept. of Environmental Informational and Engineering, Chung Cheng Institute of Technology, National Defense University, Taiwan)

[AAS02-P03] Moisture Budget Analysis for Hurricane Precipitation on Texas

*飯塚 聡[1]、酒井 直樹[1] (1.防災科学技術研究所)

[AAS02-P04] Remote response of a developing tropical cyclone over the western North Pacific to large-scale vapor transport from the Kuroshio in boreal fall

*藤原 圭太[1]、川村 隆一[2]、川野 哲也[2] (1.九州大学大学院理学府、2.九州大学大学院理学研究院)

[AAS02-P05] Asymmetrically Intensifying Processes of a Category 4 Super Typhoon Lan (2017) during High Vertical Wind Shear

*金田 幸恵[1]、和田 章義[2]、坪木 和久[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.気象庁気象研究所)

[AAS02-P06] Roles of preexisting oceanic condition and ocean coupling processes in the intensity prediction during the mature phase of Typhoon Trami (2018)

*和田 章義[1] (1.気象研究所台風研究部)

[AAS02-P07] Development and assessment of the probabilistic storm surge forecast system in Taiwan: Case Study of Typhoon Maria in 2018

*Chun-Wei Lin[1]、Tso-Ren Wu[1]、Yu-Lin Tsai[1]、Shu-Chun Chuang[1]、Chi-Hao Chu[2]、Chuen-Teyr Terng[2] (1.Graduate Institute of Hydrological and Oceanic Sciences, National Central University, Chungli, Taiwan、2.Marine Meteorology Center, Central Weather Bureau, Taipei, Taiwan)

[AAS02-P08] Basic Data Construction for a Typhoon Disaster Prevention Model : Analysis and Changes by El Nino and La Nina year

*HANA NA[1]、Woo-Sik Jung[1] (1.Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea)

[AAS02-P09] Basic Data Construction for a Typhoon Disaster Prevention Model : Analysis According to the Typhoon Path Type

*HANA NA[1]、Woo-Sik JUNG[1] (1.Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea)

[AAS02-P10] Basic Data Construction for a Typhoon Disaster Prevention Model : Monthly Characteristics of Typhoon Rusa, Maemi, Kompasu, and Bolaven

*HANA NA[1]、Woo-Sik Jung[1] (1.Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea)

[AAS02-P11] 太陽風が吹く空間で自転している地球で発生する台風のメカニズム

*唐澤 信司[1] (1.宮城工業高等専門学校 名誉教授)

Numerical study on lightning frequency in a tropical cyclone

*佐藤 陽祐[1,3]、宮本 佳明[2,3]、富田 浩文[3]
*Yousuke Sato[1,3], Yoshiaki Miyamoto[2,3], Tomita Hirofumi[3]

1. 名古屋大学工学研究科、2. 慶應大学環境情報学部、3. 理化学研究所計算科学研究センター
1. Department of Applied Energy, Nagoya University, 2. Faculty of Environment and Information Studies, Keio University, 3. RIKEN Center for Computational Science

This study investigates frequency of lightning in each stage of lifecycle of tropical cyclone (TC) using the next generation weather and climate library called Scalable Computing for Advanced Library and Environment (SCALE; Sato et al. 2015, Nishizawa et al. 2015). Lightning component was developed and implemented into SCALE in this study. An idealized experiment based on an experimental setup of Miyamoto and Takemi (2013) was conducted by SCALE coupled with lightning component. The results of the simulation indicate that the lightning frequency is maximum before rapid intensification (RI) of TC, which supports the report of Price et al. (2009) derived from satellite observation. The frequency of lightning decreases after RI and it keeps small until the TC reaches steady state. Our analyses elucidate that the dependency of the lightning frequency upon the developing stage of TC is originated from the type of convection dominating at each growth stage. Before the RI, the convection generated by consuming convective available potential energy (CAPE) transport hydrometeors upward, and the charge split and the lightning frequently occur. During the steady state, the hydrometeors are mainly transported by the fast rotating flow in the simulated TC, which resulted in the weak charge split and small frequency of lightning.

キーワード：台風、雷
Keywords: Tropical cyclone, Lightning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Sensitivity of Numerical Simulation of Typhoon Nepartak (2016) to Cloud Condensation Nuclei Concentration

*Yu-De Wu[1], Jian-Liang Wang[1]

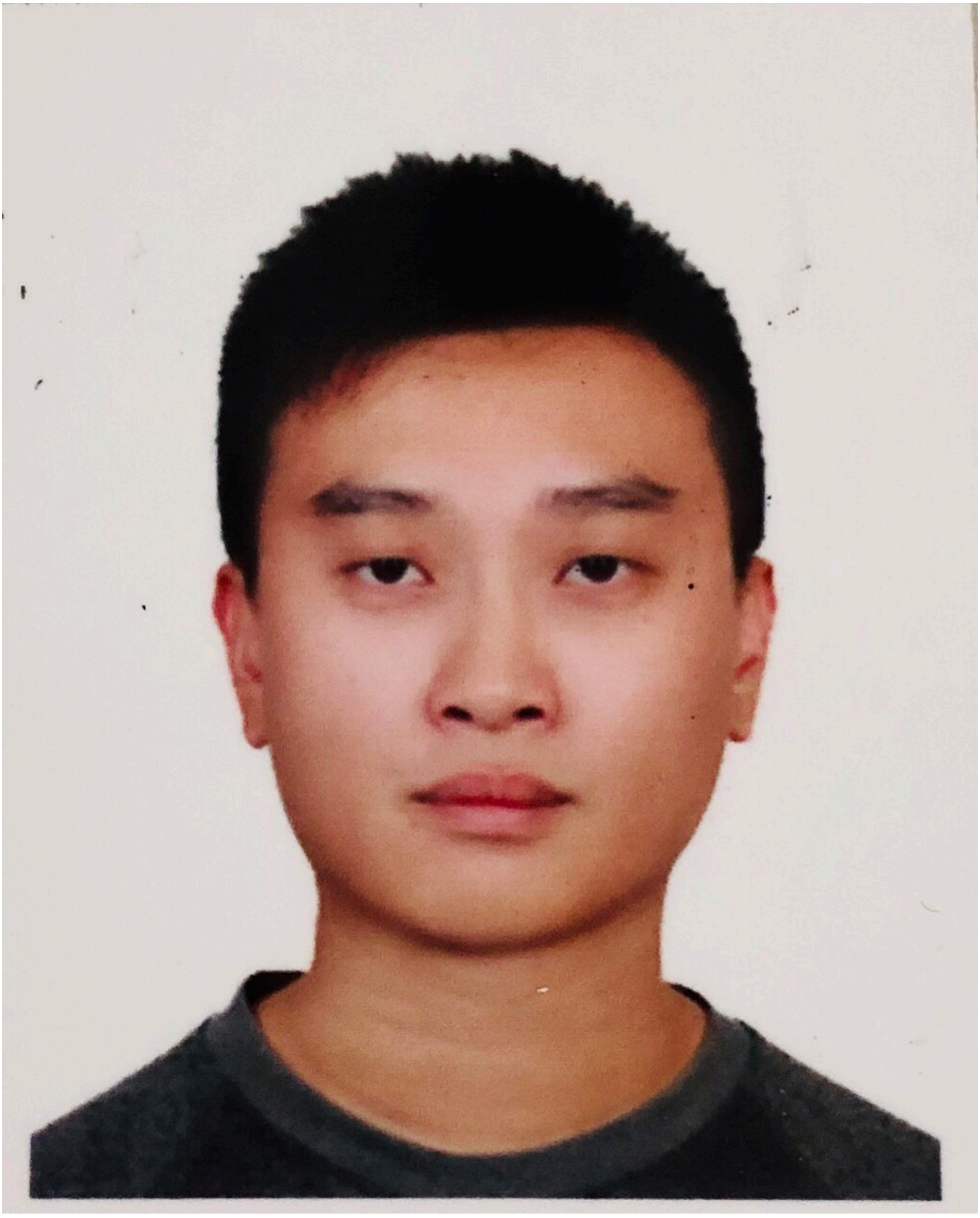
1. Dept. of Environmental Informational and Engineering, Chung Cheng Institute of Technology, National Defense University, Taiwan

The study is carried out using the WRF model and the Cloud Condensation Nuclei, CCN, in the WDM6 microphysics scheme has been modified to test its impacts on typhoon simulations. The simulated track, intensity, and rainfall distribution of Typhoon Nepartak (2016) over Pacific Ocean are compared among numerical experiments of different initial concentration of CCN (wdm6_ctr, wdm6_10, and wdm6_50, where wdm6_10 and wdm6_50 represent that CCN are respectively 10 and 50 times of the value used in wdm6_ctr).

The simulated tracks in three runs are similar, but the intensity and the maximum dBz increase both in wdm6_10 and wdm6_50, but it takes more time for wdm6_50 to intensify. The comparison of mixing ratios of five water species shows that the cloud droplets mixing ratios increase as CCN is increased. The mixing ratios of rain, cloud ice, snow and graupel are enhanced more rapidly in wdm6_10 compared with wdm6_50. The same situation happens in the divergence field and upward motions. It is suggested that the increase of CCN will result in stronger typhoon, but the intensification will be slowed down with too much CCN.

Keywords: Cloud Condensation Nuclei, Typhoon Nepartak, Microphysics Scheme

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Moisture Budget Analysis for Hurricane Precipitation on Texas

*飯塚 聡[1]、酒井 直樹[1]
*Satoshi Iizuka[1], Naoki Sakai[1]

1. 防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

In August 2017, Hurricane Harvey brought the unprecedented amount of rainfall and catastrophic flooding on the Houston metropolitan area, as it stagnated near the coast of Texas for several days after its decline to a tropical storm intensity. The present study compares the moisture budget for rainfall associated with Harvey with those of past hurricanes making landfall on Texas. It seems that the high pressure over the west coast region of the US, along with the meandering of the subtropical jet starting from the periphery of Hawaii and toward the south in Texas, stagnated Hurricane Harvey around the coast of Texas for several days. The meandering of the subtropical jet toward the south in Texas also caused the largest convergence of moisture advected from the Gulf of Mexico efficiently over Texas, although the accompanied high pressure was not extraordinary event. Therefore, it is suggested that surrounding meteorological conditions can greatly affect rainfall related to tropical cyclones.

キーワード：ハリケーン　ハービー、降水、水蒸気収支
Keywords: Hurricane Harvey, Precipitation, Moisture Budget

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Remote response of a developing tropical cyclone over the western North Pacific to large-scale vapor transport from the Kuroshio in boreal fall

*藤原 圭太[1]、川村 隆一[2]、川野 哲也[2]
*Keita Fujiwara[1], Ryuichi Kawamura[2], Tetsuya Kawano[2]

1. 九州大学大学院理学府、2. 九州大学大学院理学研究院
1. Graduate School of Science, Kyushu University, 2. Faculty of Science, Kyushu University

A remote linkage between the development of tropical cyclone (TC) over the western North Pacific and moisture transport from the Kuroshio Current due to environmental flow toward TC was examined by using regional cloud resolving model and Lagrangian diagnostics. In this study, we specially highlighted a prototypical TC (Typhoon Chaba 2010), which developed and migrated northward over the Philippines Sea in boreal fall, and conducted sensitivity experiments that modified surface turbulent latent heat flux (LHF) over the Kuroshio. The large-scale environment was characterized by a combination of two synoptic systems, eastward-migrating anticyclone from the Asian continent and TC approaching Japan, bringing low-level northeasterly flows over the Kuroshio through an enhanced meridional pressure gradient in that region. Trajectory analyses suggested that air parcels along the northeasterlies modified by receiving abundant water vapor from the underlying Kuroshio may contribute to latent heating within Chaba’s inner core region as a remote effect, leading to TC development.

When LHF was removed or reduced over the Kuroshio under the dominance of the northwesterly flow, TC intensity attenuated during its developing stage even though TC was fairly far away from the Kuroshio. Since no or little modification of dry air parcels occurred in the atmospheric boundary layer over the Kuroshio, contribution of those parcels to latent heat release around Chaba’s eyewall become small. Furthermore, dry air penetration into TC’s inner core region may act as an inhibitor of convection within that region, resulting in deceleration of the TC development. These findings were consistent with another TC (Typhoon Toakge 2004) with a similar synoptic environment, increasing reliability of remote impact of moisture import from the Kuroshio on TC development.

キーワード：台風、水蒸気輸送、黒潮
Keywords: tropical cyclone, moisture transport, Kuroshio Current

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Asymmetrically Intensifying Processes of a Category 4 Super Typhoon Lan (2017) during High Vertical Wind Shear

*金田 幸恵[1]、和田 章義[2]、坪木 和久[1]
*Sachie Kanada[1], Akiyoshi Wada[2], Kazuhisa Tsuboki[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 気象庁気象研究所
1. Nagoya University, 2. Meteorological Research Institute

On 21 October 2017, Typhoon Lan developed to a Category 4 super typhoon with the minimum central pressure (MCP) of 915 hPa at 25.6 degrees north latitude and maintained the peak intensity until the storm arrived at 29.9˚N under a strong environmental vertical wind shear (VWS) of 14 m s^{-1}. To understand the intensification processes of an intense typhoon with such high VWS, numerical simulations on Typhoon Lan were conducted using a high-resolution three-dimensional atmosphere regional model, the Cloud Resolving Storm Simulator (CReSS; Tsuboki and Sakakibara, 2002). Two sensitivity experiments, 1dO and FO, were conducted with different SST representations. In the 1dO experiment, a simple thermal diffusion model was used to express temperature changes due to ocean vertical mixing. The FO experiment with a time-fixed SST did not consider the evolution of SST. Both experiments used the same initial and boundary conditions and model specifications for the atmosphere, started at 0000 UTC 18 October 2017, and had an integration time of 5 days. The computational domain was 2˚N–37.8˚N and 115˚E–145˚E. The number of horizontal grids in the computational domain was 752×896 with the horizontal grid size of 0.04 longitude by 0.04 latitude.

The typhoon simulated in the 1dO experiment successfully achieved the MCP of 910 hPa at 29.5˚N, exhibiting strong asymmetric precipitation pattern as observed by the satellites. The intensification processes were accompanied by rapid developments of the strong winds and warm core in the low-levels. The strong northeast VWS forced to tilt the storm axis to downshear side (northeast) and, in the downshear quadrants, tall, intense and upstanding eyewall updrafts (CBs) formed from the low-level convergence of the storm travelling northeastward with a relatively fast translation speed of 10 m s^{-1}. Meanwhile, dry subsidence from the upper-levels intensified the low-level warm core in the upshear side of the eye. Despite the inner-core convection and precipitation exhibited strong asymmetric structures, the axisymmetricity of the storm circulation was maintained in the mid-to-low levels and abundant water vapor enclosed in the eye allowed to develop CBs around the radius of the maximum wind speeds. Although the FO storm overestimated the MCP of 879hPa, the similar asymmetric patterns in precipitation and convection were also found in the FO storm. The results indicated that the storm structures of typhoon Lan would be less sensitive to the SST-cooling effect.

キーワード：台風、数値実験
Keywords: Typhoon, numerical model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Roles of preexisting oceanic condition and ocean coupling processes in the intensity prediction during the mature phase of Typhoon Trami (2018)

Roles of preexisting oceanic condition and ocean coupling processes in the intensity prediction during the mature phase of Typhoon Trami (2018)

*和田 章義[1]
*Akiyoshi Wada[1]

1. 気象研究所台風研究部
1. Typhoon Research Department Meteorological Research Institute

Typhoon Trami (2018) is one of the typhoons that made landfall in Japan. According to the Regional Specialized Meteorological Center (RSMC) Tokyo best track analysis, the central pressure reached 915 hPa at 18 UTC on 24 September around 20˚N and then rapidly increased by 950 hPa in 18 hours. After the rapid increases in the central pressure, intensity forecasts announced further intensification to 935 hPa, but the typhoon could not intensify again. In order to clarify the impact of the cold eddies over the ocean on this forecast error, we conducted numerical simulations with different oceanic initial conditions (daily data from 19 to 25 September were used so that the number of ensemble members is seven) using a 2 km-mesh nonhydrostatic atmosphere model coupled with ocean surface wave and multilayer ocean models with the Japan Meteorological Agency (JMA) global objective analysis with horizontal resolution of 20 km and the JMA North Pacific Ocean analysis with horizontal resolution of 0.5˚. In addition, a sensitivity numerical experiment was conducted with the oceanic initial condition on 23 September merged with an artificial cold vortex centered at 21˚N, 129˚E of which both a mixed layer and thermocline was 50 m shallower than the control experiment. Moreover, a simulation with a 2 km-mesh nonhydrostatic atmosphere model was performed with the oceanic initial condition on 23 September. The initial time and integration period are 00 UTC on 23 September and 180 hours with the time interval of 3 seconds.

The results of simulated tracks were reasonable compared with the RSMC best track analysis, while the rapid decrease in the central pressure could not be simulated due to a large difference in central pressure at the initial time so that the simulated minimum central pressure was higher than the best track central pressure. From the analysis with the ratio of a difference to the standard deviation obtained from the ensemble experiments, the impact of different oceanic initial conditions on central pressure was different from that on the maximum wind speed particularly from 25 to 27 September when the typhoon passed near the cold eddy. The impact of ocean coupling on simulated central pressure and maximum wind speed was considerably greater than that of the artificial cold eddy and that of different oceanic initial conditions. The impact of the artificial cold eddy was a few times greater than that of different oceanic initial conditions around 26 September. The result indicates that more detailed observation and more accurate analysis regarding the cold eddy over the ocean will contribute to the improvement of typhoon intensity predictions.

キーワード：tropical cyclone、atmosphere-wave-ocean coupled model、intensity forecast、preexisting cold eddy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: tropical cyclone, atmosphere-wave-ocean coupled model, intensity forecast, preexisting cold eddy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Development and assessment of the probabilistic storm surge forecast system in Taiwan: Case Study of Typhoon Maria in 2018

*Chun-Wei Lin[1], Tso-Ren Wu[1], Yu-Lin Tsai[1], Shu-Chun Chuang[1], Chi-Hao Chu[2], Chuen-Teyr Terng[2]

1. Graduate Institute of Hydrological and Oceanic Sciences, National Central University, Chungli, Taiwan, 2. Marine Meteorology Center, Central Weather Bureau, Taipei, Taiwan

From the forecast and the analyzed typhoon tracks in Taiwan, it is found that if the forecast track errors are greater than 100 km, roughly a quarter of the length of Taiwan, significant variability of storm surge elevation can be seen.
In order to consider the uncertainty of the atmospheric forecast, this study aims to develop the probabilistic storm surge forecast system. The coastal storm surge model applied in this study is COMCOT-SS (COrnell Multi-Grid COupled Tsunami Model –Storm Surge), which is the kernel of the operating deterministic storm surge forecast system in CWB, Taiwan. It solves nonlinear shallow water equations in the nested-grid scheme. Two ensemble methods are adopted in this study, one is Deterministic Track Error Distribution Method, D-TED Method. The other one is the Ensemble Track Analysis Method, ETA Method. D-TED Method is generated from the deterministic forecast, while the ETA Method obtains typhoon tracks and parameters from the CWB WEPS (CWB WRF Ensemble Prediction System).
From the case study of typhoon Maria in 2018, it shows that as the typhoon approaching Taiwan, the coverage of the tracks from ETA Method would be more convergence comparing to the tracks from D-TED Method, and it provides a more concentrated surge elevation distribution.

Keywords: storm surge, ensemble forecast, COMCOT-SS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Basic Data Construction for a Typhoon Disaster Prevention Model : Analysis and Changes by El Nino and La Nina year

*HANA NA[1], Woo-Sik Jung[1]

1. Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea

Among the typhoons that affected the Korean Peninsula for approximately 110 years from 1904, when weather observation began until 2018, all of the top five typhoons in terms of the maximum wind speed and property damage record occurred after 2000. This implies that the intensity of typhoons is becoming stronger and the damage is more severe compared to the past. Moreover, typhoons are significantly affected by the sea temperature. The El Nino and La Nina phenomena, in which significant changes in the sea temperature occur, may significantly affect the occurrence and intensity of typhoons affecting the Korean Peninsula. Therefore, this study aims to analyze changes by year, and the years of El Nino and La Nina occurrences by estimating the maximum wind speed that can be generated during typhoon period based on the typhoons that affected the Korean Peninsula. This study was conducted for the period between 2002 and 2015. As a result of analyzing the maximum wind speed of the typhoons that affected the Korean Peninsula by year, high 3-second gusts tended to occur in the Gyeongsang-do area including the southeast coast of the Korean Peninsula from 2002 to 2006. Subsequently, the strong wind area of the 3-second gusts expanded, and high 3-second gusts occurred in the Seoul metropolitan area. Moreover, as a result of investigating the 3-second gust characteristics for the years of El Nino and La Nina occurrences, a higher maximum wind speed was observed from the typhoons that affected the Korean Peninsula in the years of El Nino occurrence.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

Keywords: Typhoon Disaster Prevention Model, 3-Second gust, El Nino, La Nina

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Basic Data Construction for a Typhoon Disaster Prevention Model : Analysis and Changes by El Nino and La Nina year

Hana Na, Woo-Sik Jung

Among the typhoons that affected the Korean Peninsula for approximately 110 years from 1904, when weather observation began until 2018, all of the top five typhoons in terms of the maximum wind speed and property damage record occurred after 2000. This implies that the intensity of typhoons is becoming stronger and the damage is more severe compared to the past. Moreover, typhoons are significantly affected by the sea temperature. The El Nino and La Nina phenomena, in which significant changes in the sea temperature occur, may significantly affect the occurrence and intensity of typhoons affecting the Korean Peninsula. Therefore, this study aims to analyze changes by year, and the years of El Nino and La Nina occurrences by estimating the maximum wind speed that can be generated during typhoon period based on the typhoons that affected the Korean Peninsula. This study was conducted for the period between 2002 and 2015. As a result of analyzing the maximum wind speed of the typhoons that affected the Korean Peninsula by year, high 3-second gusts tended to occur in the Gyeongsang-do area including the southeast coast of the Korean Peninsula from 2002 to 2006. Subsequently, the strong wind area of the 3-second gusts expanded, and high 3-second gusts occurred in the Seoul metropolitan area. Moreover, as a result of investigating the 3-second gust characteristics for the years of El Nino and La Nina occurrences, a higher maximum wind speed was observed from the typhoons that affected the Korean Peninsula in the years of El Nino occurrence.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

Key words : Typhoon Disaster Prevention Model, WRF, 3-Second gust, El Nino, La Nina

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Basic Data Construction for a Typhoon Disaster Prevention Model : Analysis According to the Typhoon Path Type

*HANA NA[1], Woo-Sik JUNG[1]

1. Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea

In this study, a typhoon disaster prevention model was used to estimate the maximum wind speed during typhoon period by path type from all typhoons that affected the Korean Peninsula from 2002 to 2015. For the typhoon information and upper wind information used as input data, the results of the WRF numerical model, which utilized the Best Track data of the RSMC Tokyo Typhoon Center and the RDAPS data of the Korea Meteorological Administration, were applied. From analyzing the path type impact frequency using all typhoons that affected the Korean Peninsula during the study period (2002–2015), Type 7 that affected the Korean Peninsula through Japan was the most frequent, followed by Type 2 that directly landed on the Korean Peninsula through the southern coast. From analyzing the monthly path types of the typhoons that affected the Korean Peninsula, Type 2 that affected the Korean Peninsula by landing on the southern coast and Type 7 that affected the Korean Peninsula through Japan were the most frequent for the recently increasing September typhoons. The analysis of the maximum wind speed of the 3-second gust that may occur during typhoon period by path type revealed that Type 2 that affected the Korean Peninsula by landing on the southern coast exhibited the highest 3-second gust. As a result of examining the distribution of Type 2, high 3-second gusts occurred throughout the Korean Peninsula, including the southeast coast. As for the path of Type 2 that directly affected the Korean Peninsula by landing on the southern coast, the occurrence frequency was the second highest during the entire study period and the value of the 3-second gust, which was the maximum wind speed that may occur during typhoon period, was the highest.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

Keywords: Typhoon Path, 3-Second gust, Typhoon Disaster Prevention Model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Basic Data Construction for a Typhoon Disaster Prevention Model : Analysis According to the Typhoon Path Type

Hana Na, Woo-Sik Jung

In this study, a typhoon disaster prevention model was used to estimate the maximum wind speed during typhoon period by path type from all typhoons that affected the Korean Peninsula from 2002 to 2015. For the typhoon information and upper wind information used as input data, the results of the WRF numerical model, which utilized the Best Track data of the RSMC Tokyo Typhoon Center and the RDAPS data of the Korea Meteorological Administration, were applied. From analyzing the path type impact frequency using all typhoons that affected the Korean Peninsula during the study period (2002–2015), Type 7 that affected the Korean Peninsula through Japan was the most frequent, followed by Type 2 that directly landed on the Korean Peninsula through the southern coast. From analyzing the monthly path types of the typhoons that affected the Korean Peninsula, Type 2 that affected the Korean Peninsula by landing on the southern coast and Type 7 that affected the Korean Peninsula through Japan were the most frequent for the recently increasing September typhoons. The analysis of the maximum wind speed of the 3-second gust that may occur during typhoon period by path type revealed that Type 2 that affected the Korean Peninsula by landing on the southern coast exhibited the highest 3-second gust. As a result of examining the distribution of Type 2, high 3-second gusts occurred throughout the Korean Peninsula, including the southeast coast. As for the path of Type 2 that directly affected the Korean Peninsula by landing on the southern coast, the occurrence frequency was the second highest during the entire study period and the value of the 3-second gust, which was the maximum wind speed that may occur during typhoon period, was the highest.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

Keywords : Typhoon Disaster Prevention Model, WRF, Typhoon Track, 3-Second gust

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Basic Data Construction for a Typhoon Disaster Prevention Model : Monthly Characteristics of Typhoon Rusa, Maemi, Kompasu, and Bolaven

*HANA NA[1], Woo-Sik Jung[1]

1. Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea

According to a typhoon report that summarized the typhoons that had affected the Korean Peninsula for approximately 100 years since the start of weather observation in the Korean Peninsula, the number of typhoons that affected the Korean Peninsula was the highest in August, followed by July, and September. A study that analyzed the period between 1953 and 2003 revealed that the number of typhoons that affected the Korean Peninsula was 62 in August, 49 in July, and 45 in September. As shown, previous studies that analyzed the typhoons that affected the Korean Peninsula by month were primarily focused on the impact frequency. This study aims to estimate the monthly impact frequency of the typhoons that affected the Korean Peninsula as well as the maximum wind speed that accompanied the typhoons. It also aims to construct the basic data of a typhoon disaster prevention model by estimating the maximum wind speed during typhoon period using Typhoon Rusa that resulted in the highest property damage, Typhoon Maemi that recorded the maximum wind speed, Typhoon Kompasu that significantly affected the Seoul metropolitan area, and Typhoon Bolaven that recently recorded severe damages. A typhoon disaster prevention model was used to estimate the maximum wind speed of the 3-second gust that may occur, and the 700 hPa wind speed estimated through WRF(Weather Research and Forecasting) numerical simulation was used as input data.

Unlike the target period reported in the white paper on typhoons (1904–2010), this study analyzed the monthly impact frequency of the typhoons that affected the Korean Peninsula from 2002 and 2015. The result indicated that the impact frequency was the highest in August, followed by July and September. This result was the same as that of the typhoon report. An analysis by year revealed that typhoon period increased in September. The 3-second gust was found to be the highest in September, followed by August and July. When this result was analyzed in relation to the recently increasing autumn typhoons (September and October), the 3-second gust result was the highest in September, indicating disaster prevention must be emphasized. By additionally analyzing the maximum wind speed distributions of Typhoon Rusa, Maemi, Kompasu, and Bolaven, the area with the maximum wind speed varied depending on the typhoon path, and the 3-second gust was higher than 44 m/s based on the typhoon intensity classification and accounted for approximately10%.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

Keywords: Typhoon Disaster Prevention Model, WRF, 3-Second gust

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Basic Data Construction for a Typhoon Disaster Prevention Model : Monthly Characteristics of Typhoon Rusa, Maemi, Kompasu, and Bolaven

Hana Na, Woo-Sik Jung

According to a typhoon report that summarized the typhoons that had affected the Korean Peninsula for approximately 100 years since the start of weather observation in the Korean Peninsula, the number of typhoons that affected the Korean Peninsula was the highest in August, followed by July, and September. A study that analyzed the period between 1953 and 2003 revealed that the number of typhoons that affected the Korean Peninsula was 62 in August, 49 in July, and 45 in September. As shown, previous studies that analyzed the typhoons that affected the Korean Peninsula by month were primarily focused on the impact frequency. This study aims to estimate the monthly impact frequency of the typhoons that affected the Korean Peninsula as well as the maximum wind speed that accompanied the typhoons. It also aims to construct the basic data of a typhoon disaster prevention model by estimating the maximum wind speed during typhoon period using Typhoon Rusa that resulted in the highest property damage, Typhoon Maemi that recorded the maximum wind speed, Typhoon Kompasu that significantly affected the Seoul metropolitan area, and Typhoon Bolaven that recently recorded severe damages. A typhoon disaster prevention model was used to estimate the maximum wind speed of the 3-second gust that may occur, and the 700 hPa wind speed estimated through WRF(Weather Research and Forecasting) numerical simulation was used as input data.

Unlike the target period reported in the white paper on typhoons (1904–2010), this study analyzed the monthly impact frequency of the typhoons that affected the Korean Peninsula from 2002 and 2015. The result indicated that the impact frequency was the highest in August, followed by July and September. This result was the same as that of the typhoon report. An analysis by year revealed that typhoon period increased in September. The 3-second gust was found to be the highest in September, followed by August and July. When this result was analyzed in relation to the recently increasing autumn typhoons (September and October), the 3-second gust result was the highest in September, indicating disaster prevention must be emphasized. By additionally analyzing the maximum wind speed distributions of Typhoon Rusa, Maemi, Kompasu, and Bolaven, the area with the maximum wind speed varied depending on the typhoon path, and the 3-second gust was higher than 44 m/s based on the typhoon intensity classification and accounted for approximately10%.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

Keywords : Typhoon Disaster Prevention Model, WRF, 3-Second gust, RUSA, MAEMI, KOMPASU, BOLAVEN

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

太陽風が吹く空間で自転している地球で発生する台風のメカニズム
The mechanism of typhoon generated in the earth that rotates in the space where the solar wind blows

*唐澤 信司[1]
*Shinji Karasawa[1]

1. 宮城工業高等専門学校 名誉教授
1. Miyagi National College of Technology Professor emeritus

熱帯低気圧の上空の広い範囲で大気は貿易の風と偏西風によって時計方向を旋回します。中心に集まった気体分子の角運動量が保存されるので、中心部の回転が増します。その遠心力が圧力差の求心を上回り台風の目が発生します。台風の積乱雲の下層の大気も低気圧の中心に向かって移動します。台風の目と壁雲の境界面の空気は同じ方向に回転します。そこで、上空の冷気の流れの時計方向であるので積乱雲は反時計方向に回転します。暖かい気流が旋回して混合され、冷却されて水蒸気となり、雨となる仕組みで中心部の低気圧は保たれて台風が発達します。地球が自転でしても太陽風が地球の東側の大気をより多く加速して偏西風を駆動します。他方、太陽に直面した赤道付近に衝突を繰り返す太陽風の反時計回転運動成分は歯車が噛み合う仕組みで赤道上空の大気を東から西に時計回転方向に移動させて貿易風を駆動します。[参考動画, 唐澤信司, 台風はどのようにして発生するのか, https://www.youtube.com/watch?v=s7NqqXFiwuc]

キーワード：台風、偏西風、貿易風、太陽風、地球の自転、太陽の自転
Keywords: tropical cyclone, westerlies, trade winds, solar wind, Earth’s rotation, Sun’s rotation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-AS 大気科学・気象学・大気環境

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | 104 1F

[A-AS02] 台風研究の新展開～過去・現在・未来

コンビーナ:金田 幸恵(名古屋大学宇宙地球環境研究所)、和田 章義(気象研究所台風・災害気象研究部)、伊藤 耕介(琉球大学)、宮本 佳明(慶應義塾大学　環境情報学部)、座長:金田 幸恵(名古屋大学)、宮本 佳明

台風は、大雨・暴風・高潮・高波により沿岸各地に甚大な被害を与えることから社会的関心の高い自然現象である。2018年は平成30年7月豪雨（前線及び台風第７号による大雨等）を皮切りに西日本を西進した台風第12号、８月の発生数の多さ（９個、観測史上三位）に加えて、９月には台風第21号及び台風第24号が強い勢力を保ったまま西日本を縦断し、日本各地に大きな爪痕を残した。また北大西洋ではハリケーンFlorenceが北米に上陸し、猛威を振るった。近年海面水温の上昇とともに、急発達する台風の増加傾向や、熱帯低気圧の最大強度到達緯度の北上傾向が報告されている。過去から現在、そして未来と地球温暖化が進む中で台風を理解し、その予測の高度化を実現することは、地球惑星科学上の重要な課題である。
台風をターゲットとした衛星観測・航空機観測、数値モデルを用いた大規模アンサンブル実験、最先端衛星観測や機械学習といった新しい手法の導入など、過去・現在・未来を通じた幅広い台風研究が国内外で展開されている。本セッションでは、台風をはじめとする熱帯低気圧に関わる幅広い話題に関する発表を募集し、今後の台風研究の方向性を探る。

15:30 ~ 15:45

[AAS02-12] Evaluation of the monthly Potential of the 2018 typhoon activity and the effect of the positive PMM and SST of the eastern northwestern Pacific

*石山 尊浩[1]、佐藤 正樹[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

15:45 ~ 16:00

[AAS02-13] **Contributions of different time scale variations to tropical cyclogenesis over the western North Pacific**

*Xi Cao[1] (1. Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences)

16:00 ~ 16:15

[AAS02-14] Binary interaction between TC Chanthu (2016) and a nearby cold low

*伊藤 耕介[1]、比嘉 未雅[1]、Chan Johnny[2] (1.琉球大学、2.City University of Hong Kong)

16:15 ~ 16:30

[AAS02-15] **Response of landfalling North Indian Ocean cyclonic disturbances to warming climate and associated environmental parameters**

*JAGABANDHU PANDA[1]、KASTURI SINGH[1] (1.Department of Earth and Atmospheric Sciences, National Institute of Technology Rourkela, India)

16:30 ~ 16:45

[AAS02-16] **Rainfall contribution of North Indian Ocean cyclonic disturbances over India in a warming climate**

*KASTURI SINGH[1]、JAGABANDHU PANDA[1] (1.Department of Earth and Atmospheric Sciences, National Institute of Technology Rourkela, India)

16:45 ~ 17:00

[AAS02-17] Analysis of typhoon tracks and associated precipitation amount over western Japan: A case study with Typhoon Nancy and Typhoon Jebi

*Sridhara Nayak[1]、Tetsuya Takemi[1] (1.Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University)

Evaluation of the monthly Potential of the 2018 typhoon activity and the effect of the positive PMM and SST of the eastern northwestern Pacific

*石山 尊浩[1]、佐藤 正樹[1]
*Takahiro Ishiyama[1], Masaki Satoh[1]

1. 東京大学大気海洋研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

Typhoons in the northwest Pacific in 2018 exceeded the average for 29 occurrences, the number of landings to Japan to 5, and for the typhoon which became extreme strength it was updated with the most record and the activity was active. In the ENSO phase, La Niña phenomenon occurred in the beginning of 2018 but converged by early spring and El Niño phenomenon occurred in October. However, during the most active period of the typhoon (from June to November), the ENSO phase was still in a neutral state. Therefore, Pacific Meridional Mode (hereafter PMM) (Chiang and Vimont 2004) is focused recently. At the positive phase of PMM, a zone of warming sea surface temperature (hereafter SST) is formed in the northeast - southwest direction of 20 degrees north latitude, 120 degrees west latitude to 0 degrees north latitude and 180 degrees west longitude. Previous studies have pointed out that this positive PMM favors TC activities in the northwest Pacific (Zhang et al. 2016). Looking at the PMM index (SST) from 1948 to 2018, there was positive PMM in 2018 and the intensity was strong enough to be within 15th place of 71 in each month of active typhoon season. Especially, in August and September, strong positive PMM phenomenon was developed in 4th place and 2nd place.

The purpose of this research is to focus on the monthly SST variation such as ENSO and PMM and to evaluate the Potential of the 2018 typhoon activity. We also focus on the PMM and the SST over the eastern of northwest Pacific, and investigate how they affect the 2018 typhoon activity.

For the above purpose, we conducted perpetual experiments in which boundary conditions were fixed from July to October, respectively, using a nonhydrostatic model NICAM. The horizontal resolution was 56 km, and the number of vertical layers was 38 layers. In sensitivity experiments, PMM region and PMM + eastern northwest Pacific regions of SST in July 2018 sensitivity experiment 1 and sensitivity experiment 2 replaced with climate value were conducted. Comparing the experimental result of sea level pressure (hereafter SLP) with JRA-55, although the position of the maximum value of the high pressure in July is misaligned, the position and overhang of the high pressure does not differ greatly in each month, and perpetual experiments also reproduce the reality well. Both reanalysis and perpetual experiments have more typhoons in July and August than in September and October. Also, the occurrence position of the typhoon occurs more frequently in the eastern side of the northwestern Pacific in order of July, August, September. The same tendency was observed. Such differences in active areas of typhoon activity had an effect on the monsoon trough.
Subsequently, the SLPs of the 2018 experiment, sensitivity experiment 1 and sensitivity experiment 2 were compared. In comparison with the sensitivity experiment 1, the sensitivity experiment 1 became a lower pressure deviation in the west side of the northwest Pacific than 2018 experiment, whereas in the sensitivity experiment 2, the sensitivity experiment 2 had higher SLP in the whole northwest Pacific than 2018 experiment. From this, it was found that the positive SST deviation in the eastern northwest Pacific was more involved in the typhoon activity of 2018.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：熱帯低気圧、Pacific Meridional Mode、非静力学モデル
Keywords: tropical cyclone, Pacific Meridional Mode, nonhydrostatic model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Contributions of different time scale variations to tropical cyclogenesis over the western North Pacific

*Xi Cao[1]

1. Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences

The present study investigates relative contributions of different time scale variations of environmental factors to the tropical cyclone (TC) genesis over the western North Pacific (WNP) during July-August-September-October (JASO). Distinct from previous studies that are concerned with large-scale spatial patterns during a certain period, the present study focuses on local and instantaneous conditions of the TC genesis. Analysis shows that the contribution of convection and lower-level vorticity to the TC genesis is mainly due to intraseasonal and synoptic variations. The contribution of vertical wind shear is largely related to synoptic variations. The contribution of mid-level specific humidity is almost two times more from intraseasonal variations than from synoptic variations. The contribution of sea surface temperature (SST) to the TC genesis is mainly due to interannual and intraseasonal variations. The barotropic energy for synoptic-scale disturbances during the TC genesis comes mainly from climatological mean flows over the southwest quadrant and from intraseasonal wind variations over the northeast quadrant of the WNP, respectively. The contribution of interannual variations to the TC genesis is enhanced over the southeast quadrant of the WNP. More TCs form under weak easterly and westerly vertical shears, respectively, during El Niño developing and decaying JASO. The contribution of interannual variations of SST tends to be larger during the El Niño decaying than developing JASO.

Keywords: tropical cyclone genesis, western North Pacific , different time scales

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Binary interaction between TC Chanthu (2016) and a nearby cold low

*伊藤 耕介[1]、比嘉 未雅[1]、Chan Johnny[2]
*Kosuke Ito[1], Miyabi Higa[1], Johnny Chan[2]

1. 琉球大学、2. City University of Hong Kong
1. University of the Ryukyus, 2. City University of Hong Kong

Tropical cyclone (TC) Chanthu (2016) caused the heavy rainfall and strong wind on Hokkaido Prefecture, Japan. However, this was one of the "busted" cases in which the track forecast error reached up to 900 km in a 72-h forecast by the Regional Specialized Meteorological Center (RSMC) Tokyo. In fact, the re-forecast experiment with Japan Meterological Agency Non-Hydrostatic Model (JMA-NHM) that employed Kain-Fritsch scheme as a convective parameterization correctly captured the observed northward translation speed of TC Chanthu, while the JMA Global Spectral Model (JMA-GSM) and JMA-NHM that employed Arakawa-Schubert scheme failed to predict the accurate northward translation speed. The mesoscale analysis showed that there was a cold low located at 200km west of TC Chanthu (2016). With Kain-Frische scheme, the binary interaction between TC Chanthu and the nearby cold low was reproduced so that it contributed the faster translation to the north as consistent with the best track. In contrast, the binary interaction was not reproduced in the simulations with Arakawa-Schubert scheme because a triggered large-scale convection made TC Chanthu and the nearby cold low merged. It exemplifies that the reproduction of fine-scale features diminishes "busted" cases, which contributes to the disaster prevention and mitigation.

キーワード：tropical cyclone、Fujiwhara effect、track forecast
Keywords: tropical cyclone, Fujiwhara effect, track forecast

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Response of landfalling North Indian Ocean cyclonic disturbances to warming climate and associated environmental parameters

*JAGABANDHU PANDA[1], KASTURI SINGH[1]

1. Department of Earth and Atmospheric Sciences, National Institute of Technology Rourkela, India

Most of the studies focusing on cyclonic disturbances (CDs) concentrate on their frequency. However, the system that causes destruction to nearby coastal areas is the landfalling one. The impact of warming climate on landfalling CD activity is an interesting topic. Thus, the present study focuses on the landfalling activity of CDs formed over North Indian Ocean (NIO) and associated environmental parameters responsible for the same. The study is divided into two epochs i.e. pre-warming period (PWP) 1891-1946 and current warming period (CWP) 1947-2016 based on the sea surface temperature anomaly variation.

Over NIO, nearly 88 and 84.80% of systems made landfall over coastal areas associated with Bay of Bengal (BOB) basin and the respective percentages are 53.03 and 39% for AS during PWP and CWP respectively. The percentage of landfalling CDs shows a decreasing and stable trend respectively during PWP and CWP for BOB sub-basin. Over AS, the Kendall’ s coefficients are found to be −0.255 and −0.0024 during PWP and CWP respectively. The study reveals that Bangladesh, Andhra Pradesh (AP), and Tamil Nadu (TN) are more vulnerable to severe cyclones formed over BOB during the current warming climate. Whereas, for Arabian Sea (AS) region, Gujrat (GJ) is prone to severe cyclones and Arabian Peninsula countries are vulnerable to cyclonic storms during the current warming climate. For pre-monsoon season, among all NIO coastal states, Bangladesh and Arakan face a greater number of CD landfalls during CWP for BOB systems. Whereas, for post-monsoon season, AP, TN and Bangladesh suffered maximum landfalls. The seasonal landfalling activity of CDs over AS shows that Arabian Peninsula is more vulnerable than GJ in pre-monsoon season during CWP. However, for post-monsoon season, both Arabian Peninsula and GJ are significantly prone to landfalling CDs. During PWP, most of the systems formed over middle sector of BOB recurve in north-eastward direction. Whilst, one climatological track is found to be recurving towards Bangladesh, another one is towards AP during CWP. CDs formed over southern sector of BOB prefers two tracks, one being westward towards TN and the other is in north-east direction towards Bangladesh during CWP. The enhanced genesis over southern and middle sector of BOB is mainly responsible for more landfalls over AP, TN and Bangladesh. The CDs formed over the eastern AS basin recurve to make landfall over GJ or Oman during PWP. However, during CWP, another preferable track towards Yemen is also seen for the systems formed over eastern AS.

The climatological vertically integrated (mass-weighted) tropospheric wind pattern near TN coast has changed direction from westward during PWP to north-westward during CWP (Figure 1), favouring more landfall over AP and TN. Over the central part near the latitude 14˚N, change in the magnitude has occurred with change in the direction of the winds from NW-N to NE. Because of the prevailing wind steering pattern, the systems that formed over the middle and southern BOB do not prefer to make landfall to WB and Odisha during CWP. Over AS, the wind is mostly directed towards GJ irrespective of the period considered, which favours more landfalling of CDs over the place. These winds are primarily part of mid-latitude westerly troughs. For BOB, the SST gradient is in meridional direction and hence most of the systems formed, suffer landfall over Indian coastal states and other rim countries face less landfalls. Over AS, SST gradient is zonally distributed and therefore, the eastward deflection of CDs is more observed, making the Indian state of GJ to be the most affected region. The study is expected to be helpful in the decision-making process in view of socio-economic impacts of landfalling CDs.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Cyclonic disturbances, North Indian Ocean, Landfall, Bay of Bengal, Arabian Sea

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

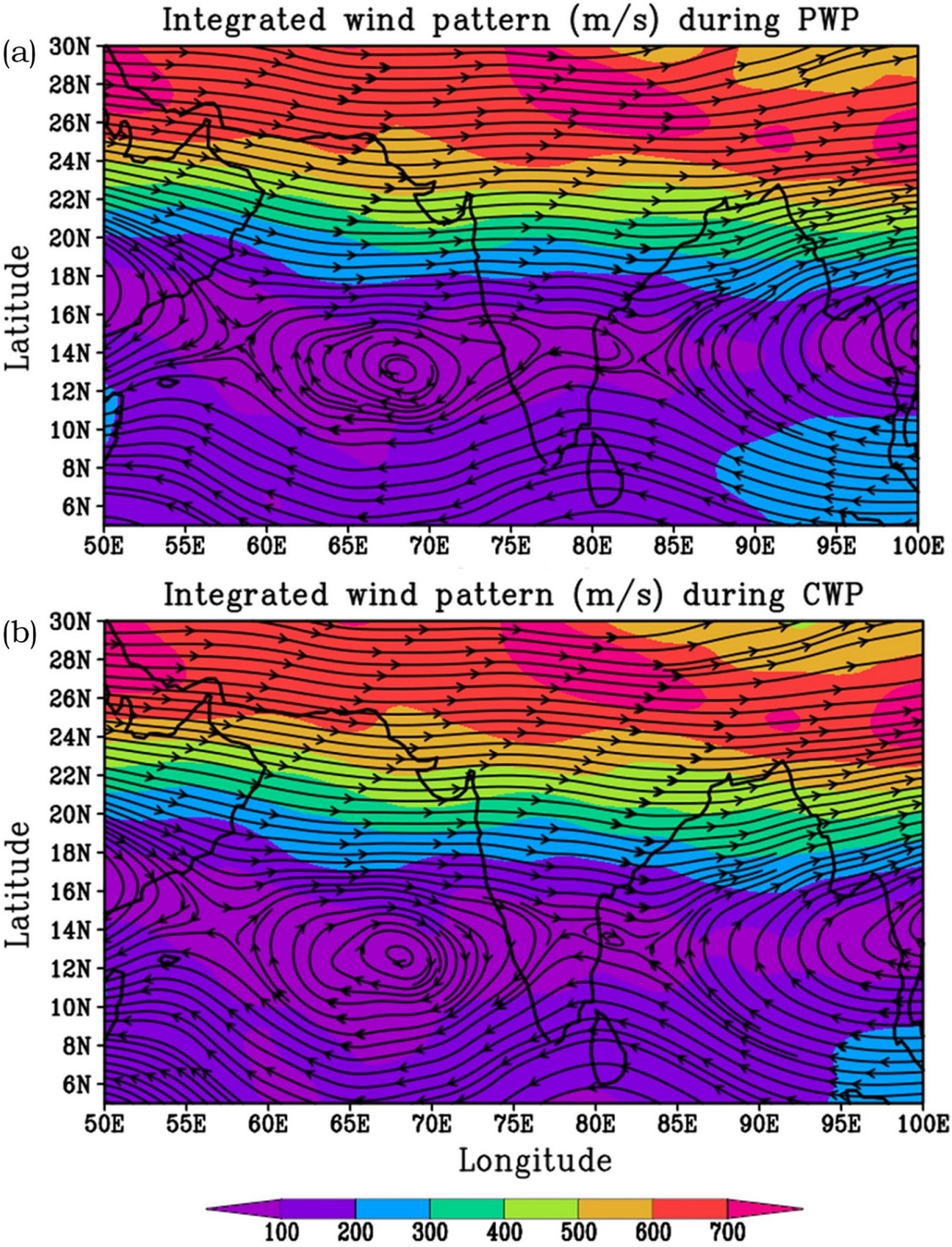


Figure 1: Climatological variation of mass weighted vertically integrated tropospheric wind magnitude (shaded) and wind pattern (vector) in m/s over NIO for the period 1891-2014 during PWP (a) and CWP (b). Here, NOAA-CIRES global re-analyses data set is used.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Rainfall contribution of North Indian Ocean cyclonic disturbances over India in a warming climate

*KASTURI SINGH[1], JAGABANDHU PANDA[1]

1. Department of Earth and Atmospheric Sciences, National Institute of Technology Rourkela, India

Rainfall associated with cyclonic disturbances (CDs) poses mostly significant threat to the society. Such type of systems and their remnants are capable of producing heavy rainfall, which often produce flash flooding. The warming climate is considered from 1947 onwards based on sea surface temperature anomaly variation over North Indian Ocean (NIO) basin. Nearly 71.42% of CDs in pre-monsoon and 87.07% CDs in post-monsoon season crossed or gazed the Indian coast during 140 cyclone seasons of the warming climate. The trend for annual variation of CD rainfall (CDR) anomaly is decreasing along with CD anomaly during pre-monsoon season (P=4.89901E-15). The trend for CDR anomaly is observed to be almost stable while the CD anomaly is decreasing drastically (P=1) in the post-monsoon season, indicating increased amount of rainfall is contributed by CDs over India in this period.

Among eastern coastal states, Andhra Pradesh (AP), Tamil Nadu (TN), Mizoram, Tripura and among western coastal states, Kerala (KL), Karnataka (KA) and Gujarat (GJ) received most of the accumulated rainfall in pre-monsoon season. The rainfall contributed by CDs during pre-monsoon season is limited to the coastal districts of India only. However, the rainfall occurrences during post-monsoon season could penetrate up to very interior districts. During post-monsoon season, Odisha (OD), AP and TN received the highest rainfall contribution from CDs. Jharkhand, KL, KA, parts of Maharashtra (MH) and coastal GJ received significantly higher amount of rainfall in comparison to other interior places. Up to ~70% of rainfall is contributed by CDs over GJ, nearly 20-30% over AP and 15-18% over western Rajasthan during pre-monsoon (Figure 1). During post-monsoon season, considerable rainfall (60% of annual value) contribution is seen over all states. The trend in CD rainfall is observed to be increasing over western GJ, western Rajasthan, northeast AP and southeast OD during pre-monsoon months. The spatio-temporal trend of CD rainfall over Bihar, Jharkhand, northern OD, northern Chhattisgarh, eastern Madhya Pradesh, Sikkim and Meghalaya are observed to be increasing during post-monsoon months. The rainfall contributed by CDs over the border regions of AP and TN is observed to be decreasing. Among eastern coastal states, AP has received 200cm of accumulated rainfall contribution during pre-monsoon season. The corresponding values for TN, OD and WB are 180, 140 and 140cm respectively. During post-monsoon season, AP received 1100cm of rainfall, OD and TN with 900cm of rainfall each, and WB received 450cm of accumulated rainfall contributed by CDs. For western coastal states, during pre-monsoon season, the maximum amount of accumulated rainfall contributions over GJ, MH, KA and KL are about 85, 75, 110 and 160cm respectively. During post-monsoon season, the corresponding values are nearly 134, 145, 320 and 350cm. Comparing the trend for maximum and minimum rainfall received by a coastal state, it can be concluded that even though the maximum values for some years are slightly less in comparison to other years, the minimum contribution is quite significant for those particular years. The possible reason can be due to larger and faster moving storms those result in longer precipitation durations with greater area coverage.

Further, the association of such rainfall contributions with ENSO, MJO and IOD cannot be undermined and thus, analyzed using observations and modeling output. The preliminary results indicate relative dominance of MJO in determining the CDR over Indian region during pre-monsoon months. During IOD –ve, heavy rainfall is contributed by CDs over AP and TN. The explicit discussion regarding the same will

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

be included in the presentation.

Keywords: cyclonic disturbances, rainfall, North Indian Ocean, India

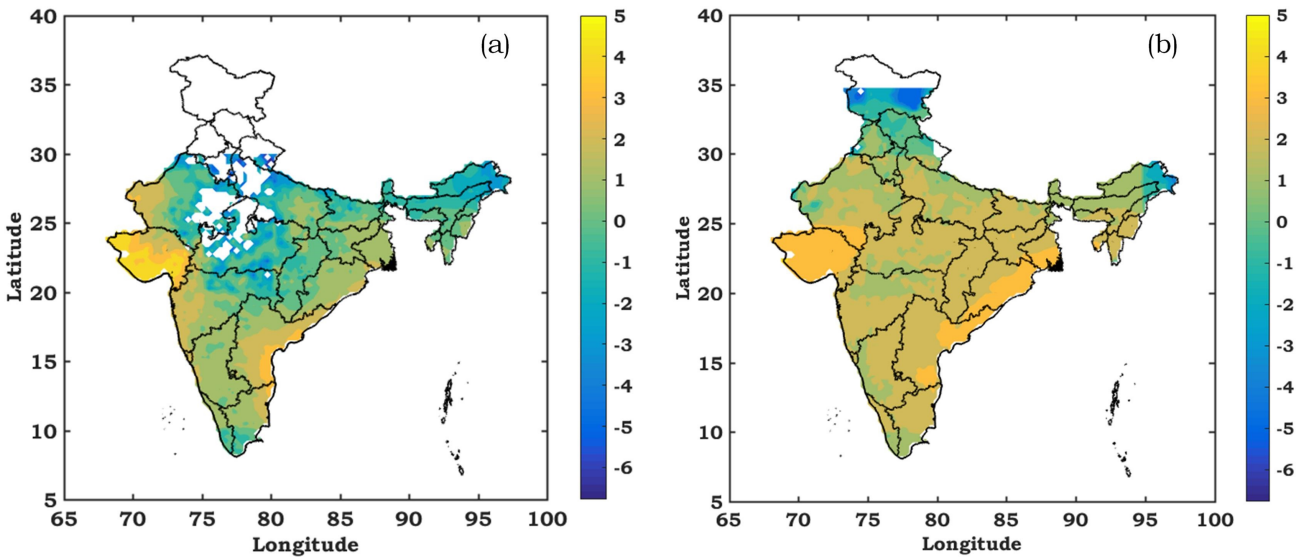


Figure 1: Percentage rainfall (cm) contributed by CDs formed over NIO during (a) pre-monsoon and (b) post-monsoon season respectively over India. Here, the percentage contribution of rainfall is shown in terms of logarithmic scale of actual value.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analysis of typhoon tracks and associated precipitation amount over western Japan: A case study with Typhoon Nancy and Typhoon Jebi

*Sridhara Nayak[1], Tetsuya Takemi[1]

1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

Recent research suggests that typhoons under future warming climate will be more powerful and bring excessive precipitations to the landfall areas. In our study, we downscaled two very strong Typhoons [Typhoon Nancy (international #196118) and Typhoon Jebi (international #201821)] at 1-km grid resolution in present climate and with pseudo global warming (PGW) conditions by using Weather Research and Forecasting (WRF) model. An attempt is also made to examine whether the precipitation amounts carried by Typhoon Jebi can be projected from Typhoon Nancy with PGW conditions, because both typhoons made landfall over same region of Japan with a difference of 57 years. Our results indicate that the typhoon tracks in present climate simulation have good agreement with that of from the RSMC, Tokyo’ s best track datasets. The precipitation amounts over western Japan in the present climate simulation also follows the Radar-AMeDAS observed precipitation amounts. We again find similar typhoon tracks under PGW conditions for both typhoons with higher winds and precipitations compared to that of in present climate simulation. The precipitation amounts associated with the Typhoon Nancy in future climate is found to be higher than that of with Typhoon Jebi during the landfall. However, the 24 hours accumulated precipitation amount brought by Typhoon Nancy with PGW conditions has an overall good agreement with that of by Typhoon Jebi in present climate simulation especially over landfall region. Closer investigation on the typhoon tracks and typhoon induced precipitation amounts suggests that Typhoon Jebi is a possible projection of Typhoon Nancy although it was formed over different location.

Keywords: Typhoon Nancy, Typhoon Jebi, Typhoon track, Typhoon intensity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-AS 大気科学・気象学・大気環境

2019年5月30日(木) 9:00 ~ 10:30 | 102 1F

[A-AS04] 大気化学

コンビーナ:中山 智喜(長崎大学　大学院水産・環境科学総合研究科)、岩本 洋子(広島大学　生物圏科学研究科)、豊田 栄(東京工業大学物質理工学院)、江口 菜穂(Kyushu University)、座長:高島 久洋(福岡大学)

対流圏及び成層圏の化学・力学(輸送、物質循環)過程、大気圏と他圏（例えば生物圏）との相互作用に関する研究発表を中心に募集する。バックグラウンド大気から都市大気、数値モデル・観測・リモートセンシング・実験室的研究、ガス・エアロゾル研究の全てを対象とする。日本大気化学会を中心として開催するが、他の学協会会員による大気化学関連の発表や、分野の境界領域に位置する発表も大いに歓迎し、広い視野から大気化学を議論したい。なお、スライドおよびポスターの作成言語は英語が望ましい。

9:00 ~ 9:15

[AAS04-16] メタン・対流圏オゾンの放射強制力の低減を目指して：アジアにおけるCH_4, NO_x, NMVOCの排出削減目標

*秋元 肇[1]、永島 達也[1]、谷本 浩志[1]、Klomont Zig[2]、Markus Amann[2] (1.国立環境研究所、2.国際応用システム分析研究所)

9:15 ~ 9:30

[AAS04-17] **横須賀におけるPandora型太陽直達光分光器による大気NO_2カラム濃度決定：TROPOMI衛星観測検証の高度化**

*金谷 有剛[1]、高島 久洋[2,1]、野津 雅人[3]、関谷 高志[7]、宮崎 和幸[1]、Eskes Henk[4]、Pinardi Gaia[5]、Santana Diaz Daniel[6]、Müller Moritz[6]、Cede Alexander[6] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター、2.福岡大学、3.首都大学東京、4.オランダ王立気象研究所、5.ベルギー宇宙航空研究所、6.LuftBlick、7.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

9:30 ~ 9:45

[AAS04-18] メガシティ規模の大気汚染解析に向けたTROPOMI NO_2データを含む複数衛星観測の全球高解像度データ同化

*関谷 高志[1]、宮崎 和幸[2,1]、Henk Eskes[3]、Folkert Boersma[3]、大越智 幸司[1]、須藤 健悟[4,1]、滝川 雅之[1] (1.国立研究開発法人　海洋研究開発機構、2.NASAジェット推進研究所／カリフォルニア工科大学、3.オランダ王立気象研究所、4.名古屋大学　大学院環境学研究科)

9:45 ~ 10:00

[AAS04-19] 2013-2018年に千葉で観測されたNO_2、VOC、対流圏オゾン濃度のトレンド

*米川 大地[1]、入江 仁士[2] (1.千葉大学大学院　融合理工学府、2.千葉大学)

10:00 ~ 10:15

[AAS04-20] Long-term seasonal changes in tropospheric ozone over Japan

*河野 なつ美[1]、永島 達也[1]、菅田 誠治[1] (1.国立開発法人 国立環境研究所)

10:15 ~ 10:30

[AAS04-21] **Characteristics of Atmospheric Photochemical Pollution at a Comprehensive Site in Guangzhou, China**

*Yu Zou[1] (1.Institute of Tropical and Marine Meteorology, CMA,Guangzhou,China)

メタン・対流圏オゾンの放射強制力の低減を目指して：アジアにおける CH_4, NO_x, NMVOCの排出削減目標

Toward the Reduction of Radiative Forcing of Methane and Tropospheric Ozone: Aiming at the Emission Control of CH_4, $NO_x$and NMVOC in Asia

*秋元 肇[1]、永島 達也[1]、谷本 浩志[1]、Klomont Zig[2]、Markus Amann[2]
*Hajime Akimoto[1], Tatsuya NNagashima[1], Hiroshi Tanimoto[1], Zig Klimont[2], Markus Amann[2]

1. 国立環境研究所、2. 国際応用システム分析研究所
1. National Institute for Environmental Studies, 2. International Institute for Applied Systems Analysis

In order to reduce impacts of climate change, including potential further increase of damages due to extreme events related to global warming, reduction of burdens of $CH_4$and tropospheric ozone in Asia are discussed. In order to mitigate the inevitable further increase of radiative forcing (RF) of ca. 0.8 W $m^{-2}$by 2040 caused by the increase of CO_2in 2040, feasible reduction of the industrial RF of methane (CH_4) and tropospheric ozone (trop-O_3) to the 50% of the values in 2011 are targeted to compensate 50% of the RF increase of CO_2. The remaining RF of $CH_4$and trop-O_3(0.26 and 0.22 W m^{-2}, respectively) correspond to the historical levels in 1960-1970. The necessary reductions of anthropogenic emissions of CH_4, $NO_x$and NMVOC in Asia in 2040 to the level of 1970 from that of 2010 have been estimated to be 35% CH_4, 44% NO_2, and 22% NMVOC from those of 2010 assuming the same necessary reduction ratio as for the global emissions. The estimated reductions have been compared with the reduction amount proposed in the Solution Report prepared under UN Environment Asia Pacific Office in 2018. The presumed reduction of the Asian emissions by 2030 through introducing of proven control measures are 27, 57 and 55% for CH_4 , $NO_x$and NMVOC. Thus, the reduction of RF of more than 50% from the reference year of 2010 is feasible for trop-O_3if the emissions of $NO_x$and NMVOC from other part of the world could be reduced coherently. Further efforts would be necessary for the reduction RF of $CH_4$by more than 50% of the present value.

キーワード：極端気象、短寿命気候汚染物質、アジア排出規制
Keywords: Extreme weather, SLCF, Asian emission control

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

横須賀におけるPandora型太陽直達光分光器による大気NO_2カラム濃度決定：TROPOMI衛星観測検証の高度化

Determination of atmospheric NO_2 column densities using a Pandora instrument measuring direct-sun spectra at Yokosuka, Japan: Improved validation of TROPOMI satellite observations

*金谷 有剛[1]、高島 久洋[2,1]、野津 雅人[3]、関谷 高志[7]、宮崎 和幸[1]、Eskes Henk[4]、Pinardi Gaia[5]、Santana Diaz Daniel[6]、Müller Moritz[6]、Cede Alexander[6]
*Yugo Kanaya[1], Hisahiro Takashima[2,1], Masato I. Nodzu[3], Takashi Sekiya[7], Kazuyuki Miyazaki[1], Henk Eskes[4], Gaia Pinardi[5], Daniel Santana Diaz[6], Moritz Müller[6], Alexander Cede[6]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター、2. 福岡大学、3. 首都大学東京、4. オランダ王立気象研究所、5. ベルギー宇宙航空研究所、6. LuftBlick、7. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Research and Development Center for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), 2. Fukuoka University, 3. Tokyo Metropolitan University, 4. KNMI, 5. BIRA-IASB, 6. LuftBlick, 7. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)

大気汚染の鍵物質であるNO_2の衛星観測は、1995年以来、NOx発生源の全球分布やその変化に関する重要な情報を提供し、大気化学の理解を増進してきた。最近では2017年に打ちあがったTROPOMI(Sentinel-5P)において水平解像度が7×3.5 kmまで高まる大きな進歩があり、都市内部まで解像した観測情報にも期待が寄せられている。しかしながら対流圏NO_2気柱濃度の計測ではTROPOMIの場合でも25-50%に上る過小評価が世界的にみられるなど、基本的な課題が未だ残っている。そのギャップの原因としては、(1)衛星アルゴリズムで用いている高度分布形状が都市部では不適切であること、(2)共存するエアロゾルや地表面アルベドの効果が十分考慮されていないこと、(3)衛星・地上検証観測の視野重なりの不完全さとNO_2濃度の不均一さに由来する差などが挙げられるが、同時に、(4)検証の基準としている、太陽散乱光分光に基づくMAX-DOAS型地上計測の不確かさの可能性も残っていた。そこで、これらの原因の特定を目指し、検証点である横須賀において、2018年11月より、NASAが開発したPandora型分光計による太陽直達光分光によるNO_2カラム濃度連続計測を導入し、従来のMAX-DOASと複合した検証体制強化を実現した。直達光計測では、高度分布に関する情報は取得できないが、光の到達経路が確実に決まり、気柱量を高精度で決定できる。2018-2019年冬季には、横須賀周辺0.1˚以内でのTROPOMI衛星による対流圏NO_2カラム濃度観測をMAX-DOASで検証したところ、これまでと同様に約40%の過小評価が見られた。Pandora直達光による計測ではMAX-DOASより24%低い値が得られた。その理由として、MAX-DOASの北東側の視野ではPandoraでの南側の視野と比較して汚染レベルが高く、上述の(3)の効果が無視できないことがわかった。このことは、高解像度衛星TROPOMIの計測で、平均する空間範囲を北東側に10km移したところ、カラム濃度が18%高まることと整合的であった。これらのことから、(3)(4)の効果を定量的に評価することができた。同時に、 (1)(2)の要素が残されたギャップの部分を説明できるかどうか検討することが必要であることがわかった。

キーワード：衛星観測、精度検証、分光計測、大気汚染
Keywords: Satellite observations, Validation, Spectroscopy, Air pollution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

メガシティ規模の大気汚染解析に向けたTROPOMI NO_2データを含む複数衛星観測の全球高解像度データ同化

A high-resolution global data assimilation for air pollution analysis on megacity scale using multi-sensor satellite measurements including TROPOMI NO_2 data

*関谷 高志[1]、宮崎 和幸[2,1]、Henk Eskes[3]、Folkert Boersma[3]、大越智 幸司[1]、須藤 健悟[4,1]、滝川 雅之[1]
*Takashi Sekiya[1], Kazuyuki Miyazaki[2,1], Henk Eskes[3], Folkert Boersma[3], Koji Ogochi[1], Kengo Sudo[4,1], Masayuki Takigawa[1]

1. 国立研究開発法人　海洋研究開発機構、2. NASAジェット推進研究所／カリフォルニア工科大学、3. オランダ王立気象研究所、4. 名古屋大学　大学院環境学研究科
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Jet Propulsion Laboratory/California Institute for Technology, 3. Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI), 4. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

Intensive human activities lead to high emissions of air pollutants at megacities, causing severe damages to human health. The number of megacities is expected to rise in developing regions in the near future. Thus, it is important to provide information on air pollutants and their emissions on a megacity scale for the globe in a consistent way. In this study, we present the results from global chemical data assimilation of multi-species satellite observations with a resolution of 0.56 degree using an ensemble Kalman filter approach (Miyazaki et al., 2015) and high-resolution global chemical transport model, CHASER (Sekiya et al., 2018). Assimilated data were obtained from the OMI, GOME-2, and SCIAMACHY for tropospheric NO_2 column, the TES for O_3 profile, the MOPITT for total CO column, the MLS for O_3 and HNO_3 profiles, and the OMI for total SO_2 column. Data assimilation at 0.56-degree resolution largely improved agreements with the observed surface NO_2 pollutions on megacity scale, with reductions of the root mean square errors (RMSEs) relative to in-situ measuring networks (AirBase, AQS, Hong Kong EPD, and NIES) by 33% for Europe, by 67% for the U.S., and by 75% for East Asia, compared to the model simulations without data assimilation. With increasing horizontal resolution from 2.8 to 0.56 degree, the global total NO_xemission estimates became lower by 10% mainly because of the effects of non-linear O_3-HO_x-NO_x chemistry, while resolving higher NOx emissions by a factor of 4-5 in most of the megacities than their surrounding areas. Using the high-resolution data assimilation system and applying advanced super-observation approach, we demonstrated that assimilation of tropospheric NO_2 retrievals from TROPOMI improved agreements of tropospheric NO_2 column with the assimilated TROPOMI data itself by 62% and with OMI by 40% (not used for data assimilation) compared to model simulation at 1.1-degree resolution for April 2018. These improvements primarily resulted from substantial emission reductions over the U.S., China and India and increases over rural regions relative to the a priori emissions (HTAP_v2.2+GFED4 +GEIA). These results demonstrated the potentials of the high-resolution global data assimilation with the combined use of advanced satellite observations to provide valuable information on spatial and temporal variations of air pollution on a megacity scale globally.

キーワード：対流圏NO2、メガシティ、データ同化、排出量逆推定、衛星観測
Keywords: Tropospheric NO2, Megacity, Data assimilation, Emission inversion, Satellite observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2013-2018年に千葉で観測されたNO_2、VOC、対流圏オゾン濃度のトレンド

Recent trends of NO_2, VOC, and tropospheric ozone concentrations observed around Chiba, Japan in 2013-2018

*米川 大地[1]、入江 仁士[2]
*Daichi Yonekawa[1], Hitoshi Irie[2]

1. 千葉大学大学院　融合理工学府、2. 千葉大学
1. Chiba university Graduate school, 2. Chiba university

対流圏オゾン(O_3)は光化学オキシダントの主成分であるだけでなく、第三の温室効果ガスでもあり、近年では短寿命気候汚染物質(SLCPs; Short-Lived Climate Pollutants)としてもその重要性が広く認識されている。人体に悪影響を及ぼす大気中の二酸化窒素(NO_2)や揮発性有機化合物(Volatile Organic Compound; VOC)はO_3の前駆物質であるなど、大気中の光化学反応において中心的な役割を果たしている。しかしながら、これらO_3やNO_2、VOCの濃度トレンドの理解は我が国においても未だ不十分である。

我々は、2013年から2018年までの6年間、SKYNET千葉サイト(北緯35.63度、東経140.10度、海抜21m)において、多軸差分吸収分光装置(Multi-Axis Differential Optical Absorption Spectroscopy; MAX-DOAS)を用いて高度0-1 kmのNO_2、ホルムアルデヒド(HCHO; VOCの代替として)、O_3の連続観測を実施した。データを解析したところ、NO_2とHCHO濃度は約30%減少したが、O_3の系統的な減少は認められなかった。同様の傾向は、アメリカ航空宇宙局(NASA)の大気観測衛星Auraに搭載されているOMI(Ozone Monitoring Instrument)センサーによって観測された対流圏NO_2カラムデータや、環境省大気汚染物質広域監視システム(そらまめくん)によって観測されたNO_2、非メタン炭化水素(NMHC; VOCの代替として)、光化学オキシダント(O_X; O_3の代替として)の濃度データからも確認された。これらの結果はこれまでの報告と矛盾しない。SKYNET千葉サイトの北は交通が活発であり、東は住宅街、西は海、南は工場がある。SKYNET千葉サイトでは、4台のMAX-DOASをそれぞれ異なる方位(東西南北)に向けた観測を行っている。本講演では、このような4方向のMAX-DOASデータなどを含めた解析結果を総合的に評価し、トレンドとその要因を議論する。

キーワード：二酸化窒素、揮発性有機化合物、対流圏オゾン
Keywords: Nitrogen dioxide, Volatile organic compounds, Tropospheric ozone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Long-term seasonal changes in tropospheric ozone over Japan

*河野 なつ美[1]、永島 達也[1]、菅田 誠治[1]
*Natsumi Kawano[1], Tatsuya Nagashima[1], Seiji Sugata[1]

1. 国立開発法人 国立環境研究所
1. National Institute for Environmental Studies

Tropospheric O_3 is the primary source of OH radicals in the troposphere that contribute to the oxidation capacity of the atmosphere. According to the seasonal cycles of surface O_3, different behaviors at the remote and metropolitan areas in northern midlatitude have been pointed out (Parrish et al., 2013; Cooper et al., 2014; McGlynn et al., 2018; Jung et al., 2018). For example, European, American and Asian continental remote sites indicated that the seasonal cycle in the present decade had earlier annual maximum peaks than the maximum in the past decades. On the other hand, delayed maximum peaks appeared in urban locations. In spite of lots of monitoring stations, research for changes in seasonal O_3 cycles in Japan is still unclear. In this study, we investigate the seasonal cycle changes by using long-term continuous O_3 monitoring data at 265 ambient sites.
First, to clarify the annual O_3 maximum, sine function fitting examined by Parrish et al. (2013) was applied to monitoring data between the 1980s and 2010s. Regarding the spatial distribution of seasonal shifting between the 1980s and 2010s, most monitoring sites showed changes in a delayed shift. In particular, the stations with more than 0.2 days/decade delay belong to eastern and southwestern parts of Japan. Next, sine function was fitted to 5-years moving average over the entire data record to acquire the long-term trends of seasonal maximum in each region. All monitoring station were classified based on the 35-years averaged NOx concentration: urban, suburban and rural (Kurokawa et al., 2009). Results in all classifications showed delayed trends over analysis periods. In rural sites, O_3 mixing ratio reached the annual maximum in 5-days earlier than urban and suburban sites. In future work, we will conduct long-term air quality simulation and investigate the mechanism of seasonal cycle delaying.

Acknowledgement
This research was supported by the Environment Research and Technology Development Fund (S-12) of the Ministry of the Environment, Japan.

キーワード：オゾン、長期データ、季節変動
Keywords: ozone, long-term data record, seasonal cycle

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Characteristics of Atmospheric Photochemical Pollution at a Comprehensive Site in Guangzhou, China

*Yu Zou[1]

1. Institute of Tropical and Marine Meteorology, CMA,Guangzhou,China

Guangzhou, one of China’ s megacities, is beset with frequent occurrence of atmospheric photochemistry events. In this study, online instruments were used to simultaneously monitor NMHCs, NO*x* and O_3 at Guangzhou Panyu Atmospheric Composition Station (GPACS) of the China Meteorological Administration (CMA), from June 2011 to May 2012, in order to obtain their characteristics, NMHCs reactivity and the control strategies for atmospheric photochemistry. The results showed that during the observation period, the seasonal variation of O_3 mixing ratio was lower in spring and winter compared to summer and autumn, which was opposite that for NMHCs and NO*x*. O_3 mixing ratio began to show a net increase at 8:00LT, likely due to the breakup of the nocturnal boundary layer and increased photochemistry, while a net decrease in O_3 mixing ratio occurred at about 15:00LT, due to the fact that sunlight and its associated photochemistry begin to decrease, leading to low OH radicals and the titration of O_3 by emissions of NO*x*. In terms of NMHCs, aromatics had the largest O_3 formation potential, among which toluene, xylenes, ethylbenzene, 1,2,4-trimethylbenzene and 1,3,5-trimethybenzene were the most important species, with a total contribution of about 44%. Weekday/weekend O_3 differences in the morning and at midday largely depend on how much the O_3 precursors are affected by the different intensity of anthropogenic activities. Although the increase of biogenic NMHCs emissions at midday reverses the sensitivity of O_3 production from NMHCs-sensitive to NO*x*-sensitive, high-reactive NMHCs and NO*x* control can be effective for reducing peak O_3 mixing ratios in Guangzhou. Further investigation based on numerical models is required to reach more robust conclusions.

Keywords: Photochemical Pollution, Guangzhou

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-AS 大気科学・気象学・大気環境

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | 102 1F

[A-AS04] 大気化学

コンビーナ:中山 智喜(長崎大学　大学院水産・環境科学総合研究科)、岩本 洋子(広島大学　生物圏科学研究科)、豊田 栄(東京工業大学物質理工学院)、江口 菜穂(Kyushu University)、座長:竹谷 文一(海洋研究開発機構)、持田 陸宏(名古屋大学)

対流圏及び成層圏の化学・力学(輸送、物質循環)過程、大気圏と他圏（例えば生物圏）との相互作用に関する研究発表を中心に募集する。バックグラウンド大気から都市大気、数値モデル・観測・リモートセンシング・実験室的研究、ガス・エアロゾル研究の全てを対象とする。日本大気化学会を中心として開催するが、他の学協会会員による大気化学関連の発表や、分野の境界領域に位置する発表も大いに歓迎し、広い視野から大気化学を議論したい。なお、スライドおよびポスターの作成言語は英語が望ましい。

10:45 ~ 11:00

[AAS04-22] 冷温帯林における通年観測で採取された植物由来二次有機エアロゾル中に存在する分子マーカーのLC/MS分析

*佐藤 圭[1]、Sathiyamurthi Ramasamy[1]、猪俣 敏[1]、宮崎 雄三[2] (1.国立研究開発法人国立環境研究所、2.北海道大学)

11:00 ~ 11:15

[AAS04-23] Surfactant Effects on Acid-Catalyzed Reactions at Aqueous Aerosol Surfaces

*石塚 紳之介[1]、羽馬 哲也[2]、江波 進一[1] (1.国立環境研究所、2.北海道大学低温科学研究所)

11:15 ~ 11:30

[AAS04-24] Roles of heterogeneous reactions in the tropospheric chemistry: a global modeling study

*Phuc Thi Minh Ha[1]、Fumikazu Taketani[2]、Yugo Kanaya[2]、Kengo Sudo[1,2] (1.Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University、2.Research and Development Center for Global Change, JAMSTEC)

11:30 ~ 11:45

[AAS04-25] 大気エアロゾルの粒径分布と吸湿性の呼吸器沈着率への影響に関する事例分析

*王 敏睿[1]、三原 利之[2,4]、梶野 瑞王[5]、川名 華織[2,6]、持田 陸宏[1,2,3] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.名古屋大学大学院環境学研究科、3.名古屋大学高等研究院、4.岐阜県工業技術研究所（現在の所属）、5.気象庁気象研究所、6.海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター（現在の所属）)

11:45 ~ 12:00

[AAS04-26] 粒子状物質を介した大気海洋間の物質循環過程 －日本大気化学会奨励賞受賞記念講演－

★招待講演

*岩本 洋子[1] (1.広島大学　生物圏科学研究科)

12:00 ~ 12:15

[AAS04-27] 速度論的手法による対流圏ハロゲン不均一反応化学の定量的解明 －日本大気化学会奨励賞受賞記念講演－

★招待講演

*坂本 陽介[1,2] (1.京都大学大学院地球環境学堂、2.京都大学大学院人間・環境学研究科)

冷温帯林における通年観測で採取された植物由来二次有機エアロゾル中に存在する分子マーカーのLC/MS分析
LC/MS analysis of molecular markers present in biogenic secondary organic aerosols collected during year-round observations at a cool-temperature forest

*佐藤 圭[1]、Sathiyamurthi Ramasamy[1]、猪俣 敏[1]、宮崎 雄三[2]
*Kei Sato[1], Sathiyamurthi Ramasamy[1], Satoshi Inomata[1], Yuzo Miyazaki[2]

1. 国立研究開発法人国立環境研究所、2. 北海道大学
1. National Institute for Environmental Studies, 2. Hokkaido University

森林大気エアロゾルの有機態窒素およびダイマー等の生成機構に関する知見を得ることを目的に、通年採取された森林大気エアロゾル中に含まれる分子マーカーをネガティブモードの電子スプレーイオン化液体クロマトグラフ質量分析（ESI-LC/MS）法により分析した。分析には、北海道大学苫小牧研究林で2013年1月～12月に採取された33のエアロゾルサンプルを用いた。分析された分子マーカーは、cis-ピン酸、3-メチル-1,2,3-ブタントリカルボン酸（3-MBTCA）、ESIによりm/z 357に検出されるα-ピネン由来ダイマー（α-ピネンダイマー）、m/z 215に検出されるイソプレン由来有機硫酸エステル（イソプレンOS）、m/z 260に検出されるイソプレン由来ニトロオキシ有機硫酸エステル（イソプレンNOS）であった。フィルターに採取されたエアロゾルサンプルをメタノール中に抽出し、窒素流通下で濃縮後、分析溶媒に溶解して分析試料とし、分析試料をLC/MS分析した（Sato et al., 2007）。α-ピネン由来の酸化生成物であるcis-ピン酸濃度の季節変動には春と秋にピークがあったが、ピノン酸由来の酸化生成物である3-MBTCA濃度の季節変動には夏にピークがあった。以前に同じサンプルのGC/MS分析（Müller et al., 2017）で得られたcis-ピン酸および3-MBTCAの季節変動の結果は今回のLC/MS分析で得られた結果とほぼ同様であった。α-ピネンダイマーの季節変動はcis-ピン酸の季節変動に良く似ており、検出されたダイマーの主要生成プロセスはα-ピネンの大気酸化であることが示唆された。イソプレンエポキシジオール（IEPOX）由来のイソプレンOSおよびイソプレンNOS濃度の季節変動には、それぞれ秋および夏にピークが見られた。イソプレンNOSの季節変動は、以前にGC/MSによって測定されたイソプレン由来二次有機エアロゾルの分子マーカーである2-メチルテトロールの季節変動とよく似ており、大気汚染物質存在下でのイソプレンからの二次有機エアロゾル生成がイソプレンNOSの主要な生成メカニズムであることが示された。

参考文献

Sato, K., Hatakeyama, S., Imamura, T., Secondary organic aerosol formation during the photooxidation of toluene: NO x dependence of chemical composition, J. Phys. Chem. A 111, 9796-9808 (2007).

Müller, A., Miyazaki, Y., Tachibana, E., Kawamura, K., Hiura, T., Evidence of a reduction in cloud condensation nuclei activity of water-soluble aerosols caused by biogenic emissions in a cool-temperate forest, Sci. Rep., 7, 8452 (2017).

キーワード：植物由来揮発性有機化合物、二次有機エアロゾル、有機硫酸エステル、ニトロオキシ有機硫酸エステル、有機態窒素

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Bigenic volatile organic compound, Secondary organic aerosol, Organosurfate, Nitrooxy organosulfate, Organic nitrogen

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Surfactant Effects on Acid-Catalyzed Reactions at Aqueous Aerosol Surfaces

*石塚 紳之介[1]、羽馬 哲也[2]、江波 進一[1]
*Shinnosuke Ishizuka[1], Tetsuya Hama[2], Shinichi Enami[1]

1. 国立環境研究所、2. 北海道大学低温科学研究所
1. National Institute for Environmental Studies, 2. Institute for Low Temperature Science, Hokkaido University

The outermost layer of atmospheric aqueous aerosol is covered with amphiphilic organic compounds. Volatile organic compounds (VOCs) in the gas phase should encounter them first at the air/aerosol interface, rather than solute molecules homgeneously distributed in the bulk. It may control the whole reactivity of the aqueous aerosol and play key roles in birth, growth and degradation processes of atmospheric aerosols. Here we studied activities of quaternary alkyl trimethyl ammonium cations $CH_3(CH_2)_{n-1}(CH_3)_3N^+$ (n = 1, 4, 8, 10, 12, 14) at the surfaces of water using surface-sensitive spraying ionization mass spectrometry. The longer-chain alkyl ammonium cations are detected more prominently at the water surface of the equimolar solution, expressed as an exponential function of the alkyl chain length. We suggest the occurrence of competitive adsorption among the quaternary ammonium cations at water surface. Then, the surfactant effects on the gaseous uptake and subsequent reactions of VOCs was investigated. When isoprene is exposed to acidified water surfaces, proton transfer reaction from H_3O^+ to isoprene occurs, which is followed by chain-propagation reactions. We found that the longer-chain ammonium cations suppressed isoprene oligomer signals but rarely hindered chain-propagation reactions even at larger concentrations, e.g., the higher surface coverage. It suggests that gaseous isoprene is directly added to the protonated species at water surface. We conclude that competitive adsorption between isoprene oligomers and the ammonium cations suppressed the acid-catalyzed reactions. Driving force leading to the adsorptive competition will be argued based on experiments performed by adding anionic and neutral surfactants.

キーワード：気液界面、二次有機エアロゾル
Keywords: The Air/Water Interface, SOA

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Roles of heterogeneous reactions in the tropospheric chemistry: a global modeling study

*Phuc Thi Minh Ha[1], Fumikazu Taketani[2], Yugo Kanaya[2], Kengo Sudo[1,2]

1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. Research and Development Center for Global Change, JAMSTEC

Heterogeneous reactions in the atmosphere largely affect air quality and climate by changing tropospheric photochemical processes involving gases like O_3, HO_x, NO_x, HNO_3, CO, VOCs, and aerosols. There are many previous studies on the effects of heterogeneous reactions at regional to global scales using direct measurements, remote sensing, and simulation. For the atmospheric chemistry simulation, there is a large uncertainty from the treatment of the heterogeneous reactions in the model due to the still insufficient understanding of the mechanism of heterogeneous reactions.
This study is intended to understand the roles of the heterogeneous reactions in the global tropospheric chemistry using a chemistry-climate model CHASER (MIROCESM) (Sudo et al., 2011) which includes more than 250 chemical reactions in the troposphere and stratosphere with more than 70 chemical species. This model also includes aerosol components (SPRINTARS) for sulfate, nitrate, BC, POA/SOA, dust, and sea-salt; formation of nitrate and SOA, and ageing of BC are calculated tightly linked to the chemistry in CHASER. The present version of CHASER considers heterogeneous reactions of N_2O_5, HO_2, RO_2, and HCHO for surfaces of the individual aerosol components and cloud particles.
The model simulation is validated with the observational data from EANET, EMEP and the ship-based observation. Our performed sensitivity simulations with respect to the heterogeneous reactions show that the impacts of the N_2O_5 heterogeneous reaction may not be as large as previously reported; surface concentrations of NO_x, O_3 and OH are only reduced by 1.6%, 2.2%, 2.6%, respectively, in global mean (in regional, at most, 23%, 5.4%, and 12.8%). Whereas, the HO_2 reaction (to form H_2O_2) can cause a significant effect on distributions of O_3 and related species (NO_x, O_3, OH are changed by 68.7%, -21.5% and -70.1%). In addition to the polluted areas in China and India, we found that in the North Pacific region the heterogeneous reactions can play a critical role in the concentrations of NO_x, O_3, CO, OH, HO_2 (up to 69%, 21%, 7%, 70%, 81%, respectively). The possible large impacts of the heterogeneous reactions are also verified with the ship-based observational data for the North Pacific and Alaska regions.

Keywords: heterogeneous reaction, chemical climate model, North Pacific

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大気エアロゾルの粒径分布と吸湿性の呼吸器沈着率への影響に関する事例分析

Sensitivity of regional deposition of inhaled atmospheric aerosols in human respiratory tract to their size distribution and hygroscopicity: A case study

*王 敏睿[1]、三原 利之[2,4]、梶野 瑞王[5]、川名 華織[2,6]、持田 陸宏[1,2,3]
*Minrui Wang[1], Toshiyuki Mihara[2,4], Mizuo Kajino[5], Kaori Kawana[2,6], Michihiro Mochida[1,2,3]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 名古屋大学大学院環境学研究科、3. 名古屋大学高等研究院、4. 岐阜県工業技術研究所（現在の所属）、5. 気象庁気象研究所、6. 海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター（現在の所属）
1. Institute for Space Earth Environmental Research, 2. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 3. Institute for Advanced Research, Nagoya University, 4. Now at Gifu Prefectural Industrial Research Institute, 5. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency, 6. Now at Research and Development Center for Global Change, JAMASTEC

エアロゾルは大気汚染を引き起こす物質のひとつである。呼吸によるエアロゾルの体内への取り込みは、人の健康に悪影響をもたらす。エアロゾルの健康リスクを評価するには、エアロゾルの呼吸器への沈着とそれを影響する要素を解明することが重要となる。

本研究では、2009年及び2010年に名古屋大学東山キャンパスで測定したエアロゾルの粒径別吸湿成長分布データを解析し、肺沈着モデルMPPD（Multiple-Path Particle Dosimetry Model）を用いて、成人男性・鼻呼吸・休息時/軽運動時におけるエアロゾルの粒径/吸湿性別沈着率を計算した。いずれの年の測定期間においても、胸郭内（気管支（tracheobronchial airway）と肺胞（alveolar interstitium）の合算）における沈着率は粒径24.1～359 nmの範囲内において二峰性分布になり、それぞれ最大値は50.1%/50.0%（軽運動時）であり、全体的に粒径の増大に伴い沈着率が減少する傾向を示した。粒径100 nm以下の微小粒子は基本的に粒子の吸湿性が高いほど気管支・肺胞への沈着率が低くなるが、比較的に大きい粒子（主に粒径200 nm以上）では逆に吸湿性の増大に伴い、沈着率が高くなる傾向が顕著になった。

2009年の観測は10日間連続で行われており、時間帯による沈着率の変化に影響する気象要素を調べるため、気象庁過去天気データベースから該当期間の気象データを解析し、昼間（12時～18時）と夜間（0時～6時）で比較を行った。その結果、昼間の相対湿度は降水のあった9月15日11～17時及び9月22～23日を除き、基本50%より低かった。昼間のエアロゾル呼吸器沈着量は9月23日を除き、すべて粒径100 nmより小さいかつ疎水性の粒子（吸湿成長率g=1.0～1.2程度）を極大に持つ分布を示した。また、9月21日のように比較的親水性の粒子（g=1.2～1.4程度）に山が存在する日もあった。一方、夜間は相対湿度が60%より高く、呼吸器沈着量は疎水性微小粒子と親水性粒子の両方に極大を持つ二峰性分布を示した。なお、9月23日は一日中昼夜問わず相対湿度が75%前後と高く、昼間には6時間程連続に、呼吸器沈着量に親水性の粒子（g=1.4前後）を中心とする一峰性分布が見られた。時間帯による人為起源粒子の排出量や外界湿度が影響する変質の程度が変化することで、体内に取り込む粒子に含まれる吸湿性の異なる粒子の割合が大きく変わり、粒子の呼吸器沈着量に影響する可能性があると思われる。

キーワード：エアロゾル、粒径分布、吸湿性、呼吸器沈着
Keywords: Aerosol, size distribution, hygroscopicity, regional deposition

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

粒子状物質を介した大気海洋間の物質循環過程 ー日本大気化学会奨励賞受賞記念講演ー

Biogeochemical cycle between atmosphere and ocean via particulate matters -Award lecture for JpSAC Young Scientist Award-

*岩本 洋子[1]
*Yoko Iwamoto[1]

1. 広島大学　生物圏科学研究科
1. Graduate School of Biosphere Science, Hiroshima University

The oceans absorbs carbon dioxide which is increasing in the atmosphere and has the ability to mitigate sudden climate change. The biological pump driven by marine phytoplankton play an important role in the global carbon cycle. In order to accurately estimate the carbon absorptive capacity of the oceans, it is important to know the supply amount of nutrient elements that support the growth of phytoplankton. Despite the fact that iron is an essential element for marine phytoplankton, the concentration of dissolved iron in the surface ocean is extremely low. Iron containing aerosols such as mineral dust in the atmosphere could be important as a source of iron to the surface ocean.

In my previous work, the sporadic deposition of atmospheric mineral dust by sea fog over the North Pacific was observed during an Asian dust event. By using bulk and individual particle analyses for suspended particulate matters in seawater, the biogeochemical impact of the dust deposition was investigated. As a result, it was found that the bioavailable iron supply to the surface ocean by an Asian dust event was sufficient to promote the growth of phytoplankton, and it also contribute the carbon absorption to the northern North Pacific. In addition, from a mapping data covering the North Pacific and its marginal seas, it was revealed that mineral particles of atmospheric origin existed ubiquitously in the surface ocean even during summer when the influence of Asian dust event is small.

On the other hand, the growth of marine phytoplankton causes changes in the atmospheric environment through aerosol generation. My current research focuses on oceanic aerosols acting as cloud condensation nuclei. From the continuous observation conducted at Noto ground-based research observatory (NOTOGRO) facing the Sea of Japan, it was found that the growth rate of cloud droplets delayed when the organic mass fraction of the aerosol was high. Currently, researches on the linkage between phytoplankton species and marine biogenic aerosol and the climate effect of aerosol generated by bubble bursting at the air-sea interface are conducted.

キーワード：北太平洋、鉱物ダスト、エアロゾル、生物地球化学的物質循環、雲凝結核
Keywords: the North Pacific, Mineral dust, Aerosol, Biogeochemical cycles, Cloud condensation nuclei

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

速度論的手法による対流圏ハロゲン不均一反応化学の定量的解明 －日本大気化学会奨励賞受賞記念講演－

Kinetic Studies for Quantitative Elucidation of Heterogeneous Halogen Chemistry in the Troposphere -JpSAC Early Career Scientist Award Lecure-

*坂本 陽介[1,2]
*Yosuke Sakamoto[1,2]

1. 京都大学大学院地球環境学堂、2. 京都大学大学院人間・環境学研究科
1. Graduate School of Global Environmental Studies, Kyoto University , 2. Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University

地球対流圏においてハロゲン化学種は触媒的なサイクル反応を通じて，健康影響，環境影響，大気酸化力への影響そして温室効果を持つオゾンの動態に大きな影響を持っている。オゾンやＯＨラジカルによる海水（海氷）、海塩エアロゾルに含まれるハロゲン化物イオンの気液不均一反応を通じた酸化はハロゲン化学種の気相への重要な放出源と考えられている。しかし、ハロゲン化学種を含む不均一酸化反応の速度論的パラメータの取得は、実験的困難さが要因となり両者ともに十分に報告されておらず、そのため、対流圏における不均一酸化反応を通じたハロゲン放出が実際に持つ重要性について定量的な結論は多くの場合得られていない。

そのような背景の下で、本研究ではレーザー分光法や質量分析法を用いた独自の実験的アプローチを開発し，従来法では困難であったハロゲン化物イオンの気液不均一酸化反応の速度論的研究を行い定量的パラメータの取得を試みてきた。本発表では、当受賞課題で取り組んだ３つの反応系（１．ヨウ化物イオンとオゾンの不均一反応（Sakamoto et al. 2009, 2013）、２．臭化物イオンとオゾンの不均一反応（Sakamoto et al., 2018a）、３．塩化物イオンとＯＨラジカルの不均一反応（Sakamoto et al., 2018b））での結果を紹介し、ハロゲン化物イオンの気液不均一酸化反応の定量的な速度の記述への気液界面での特殊な挙動の寄与を組み込む必要性について議論する。

参考文献

Sakamoto. Y., A. Yabushita, M. Kawasaki and S. Enami (2009), *J. Phys. Chem. A* 113, 7707-7711.
Sakamoto. Y., S. Enami and K. Tonokura (2013), *J. Phys. Chem. A*, 117, 2980-2986.
Sakamoto, Y., M. Goda, J. Hirokawa (2018a), *J. Phys. Chem. A*, 122, 2723-2731.
Sakamoto, Y., J. Zhou, N. Kohno, M. Nakagawa, J. Hirokawa and Y. Kajii (2018b), *J. Phys. Chem. Lett.*, 9, 4115-4119.

キーワード：地球、エアロゾル、オキシダント
Keywords: earth, aerosol, oxidant

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-AS 大気科学・気象学・大気環境

2019年5月30日(木) 13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_2

[A-AS04] 大気化学

コンビーナ:中山 智喜(長崎大学　大学院水産・環境科学総合研究科)、岩本 洋子(広島大学　生物圏科学研究科)、豊田 栄(東京工業大学物質理工学院)、江口 菜穂(Kyushu University)

対流圏及び成層圏の化学・力学(輸送、物質循環)過程、大気圏と他圏（例えば生物圏）との相互作用に関する研究発表を中心に募集する。バックグラウンド大気から都市大気、数値モデル・観測・リモートセンシング・実験室的研究、ガス・エアロゾル研究の全てを対象とする。日本大気化学会を中心として開催するが、他の学協会会員による大気化学関連の発表や、分野の境界領域に位置する発表も大いに歓迎し、広い視野から大気化学を議論したい。なお、スライドおよびポスターの作成言語は英語が望ましい。

[AAS04-P01] ひまわり8号データを用いたGOSAT衛星の雲判定精度の検証

*北村 克樹[1]、齋藤 尚子[2] (1.千葉大学大学院融合理工学府地球環境科学専攻、2.千葉大学環境リモートセンシング研究センター)

[AAS04-P02] 日本森林で産するキノコ胞子の氷晶核化温度測定

*北 和之[1]、佐々木 完斉[1]、南 光太郎[1]、木名瀬 健[2]、足立 光司[2]、財前 祐二[2]、保坂 健太郎[3]、牧 輝弥[4]、五十嵐 康人[1,5] (1.茨城大学、2.気象研究所、3.国立科学博物館、4.金沢大学、5.京都大学)

[AAS04-P03] **Investigation of Atmospheric Aerosol Particles and gases by R/V Mirai cruise over the Arctic Ocean on 2017**

*竹谷 文一[1]、加藤 咲[1,2]、宮川 拓真[1]、滝川 雅之[1]、山口 将大[1]、高島 久洋[1,2]、Petr Mordovskoi[1]、金谷 有剛[1] (1.海洋研究開発機構、2.福岡大学)

[AAS04-P04] Characterization of carbonaceous aerosols in East Asia in the spring of 2015: Importance of non-fossil fuel sources

*宮川 拓真[1]、駒崎 雄一[1]、竹谷 文一[1]、潘 小楽[2]、王 自発[2]、金谷 有剛[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.中国科学院大気物理研究所)

[AAS04-P05] **Analyzing the influence of biomass burning on ambient air pollution in mainland Southeast Asia from 2001 to 2016**

*Shuai Yin[1] (1.National Institute for Environmental Studies)

[AAS04-P06] High-resolution and multi-year inventory of mercury emissions from biomass burning in tropical continents during 2001–2017

*Yusheng Shi[1] (1.Aerospace Information Research Institute, Chinese Academy of Sciences)

[AAS04-P07] Simultaneous observations by sky radiometer and MAX-DOAS for characterization of biomass burning plumes in central Thailand in January-April 2016

*入江 仁士[1]、Syedul Hoque[1]、Alessandro Damiani[1]、Al Fatmi[1]、Pradeep Khatri[2]、高村 民雄[1]、Thanawat Jarupongsakul[3] (1.千葉大学、2.東北大学、3.チュラロンコン大学)

[AAS04-P08] Quantifying PM2.5 from long-range transport and local pollution in Taiwan during winter monsoon.

*Ming-Tung Chuang[1] (1.Research Center for Environmental Changes, Academia Sinica)

[AAS04-P09] 長崎県雲仙岳周辺での小型センサを用いた$PM_{2.5}$の高度依存性の観測

*中山 智喜[1]、上野 彩音[1]、鐘ヶ江 健太[1]、河本 和明[1]、馬越 孝道[1]、山崎 高幸[2]、岡本 渉[2]、松見 豊[2] (1.長崎大学環境科学部、2.名古屋大学　宇宙地球環境研究所)

[AAS04-P10] Observation of NPF events at the summit of Mt. Fuji during daytime and nighttime

*五十嵐 博己[1]、佐藤 丈徳[1]、森 樹大[1]、三浦 和彦[1]、岩本 洋子[2]、和田 龍一[3]、加藤 俊吾[4]、大河内 博[5] (1.東京理科大学、2.広島大学、3.帝京科学大学、4.首都大学東京、5.早稲田大学)

[AAS04-P11] 大気中金属粒子のICP-MS観測とTEMによる個別粒子解析

*木名瀬 健[1]、足立 光司[1]、梶野 瑞王[1]、林 政彦[2]、原 圭一郎[2] (1.気象研究所、2.福岡大学)

[AAS04-P12] 単一粒子光消散法を用いた複素屈折率測定装置での実験結果

*高砂 裕也[1] (1.東京大学大学院　理学系研究科)

[AAS04-P13] **Evaluation of BC and CO emission inventory based on long-term in-situ observations over East Asia**

*Choi Yongjoo[1]、Kanaya Yugo [1]、Shin Hye-Jung [2]、Park Seung-Myong [2]、Matsuki Atsushi [3]、Sadanaga Yasuhiro[4]、Kim Sang-woo [5]、Uno Itsushi [6]、Pan Xiaole [7] (1.Development Center for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、2.Division of Climate & Air Quality Research, National Institute of Environmental Research, Korea、3.Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University、4.Department of Applied Chemistry, Graduate School of Engineering, Osaka Prefecture University、5.School of Earth and Environmental Sciences, Seoul National University, Seoul, Korea、6.Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University、7.Institute of Atmospheric Physics, CAS, Beijing, China)

[AAS04-P14] **Inverse modeling of black carbon emissions over China using ensemble data assimilation**

*Ping Wang[1] (1. Chinese Academy of Meteorological Sciences)

[AAS04-P15] 逆推計を用いた東アジアにおけるBC排出量推定

*眞木 貴史[1]、田中 泰宙[1]、大島 長[1]、関山 剛[1]、近藤 圭一[1]、黒川 純一[2]、弓本 桂也[3]、大原 利眞[4] (1.気象研究所、2.アジア大気汚染研究センター、3.九州大学、4.国立環境研究所)

[AAS04-P16] 化学気候モデルによる北太平洋及び北極海における黒色炭素の起源推定と混合状態の考察

*大西 貴都[1]、須藤 健悟[1,2]、金谷 有剛[2]、竹谷 文一[2] (1.名古屋大学　大学院環境学研究科、2.海洋研究開発機構)

[AAS04-P17] $PM_{2.5}$モバイル計測器の性能評価と国道1号線および長崎大学周辺での測定

*鐘ヶ江 健太[1]、山崎 高幸[2]、岡本 渉[2]、松見 豊[2]、中山 智喜[1] (1.長崎大学、2.名古屋大学)

[AAS04-P18] Analysis on the Relationship between the Concentration of Particulate Matter and Mortality from Respiratory and Cardiovascular Diseases

*Woo-Sik JUNG[1]、Woo-Gon Do[2] (1.Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea、2.Busan Metropolitan City of Institute of Health and Environment Busan, Korea)

[AAS04-P19] A Study on the Estimation of Contribution Rate of Odour Substances Using CALPUFF model

*Woo-Sik JUNG[1]、Woo-Gon Do[2] (1.Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea、2.Busan Metropolitan City of Institute of Health and Environment Busan, Korea)

[AAS04-P20] 地表ガス成分濃度の急減少 ～3次元走査型コヒーレントドップラーライダーによる風観測と地上ガス成分観測～

*高島 久洋[1]、原 圭一郎[1]、大平 湧貴[1]、高見 昭憲[2]、吉野 彩子[2]、藤吉 康志[3] (1.福岡大学理学部、2.国立環境研究所 、3.北海道大学)

[AAS04-P21] 福岡都市圏における二酸化窒素（NO_2）の時空間変動
～小型装置を用いたMAX-DOAS法による多地点分光観測～

*植木 洸亘[1]、高島 久洋[1]、Martina Friedrich[2] (1.福岡大学理学部地球圏科学科、2.Belgian Institute for Space Aeronomy (BIRA-IASB))

[AAS04-P22] 対流圏二酸化窒素の三酸素同位体組成定量

*中川 書子[1]、丁 トウ[1]、角皆 潤[1]、山口 高志[2]、野口 泉[2] (1.名古屋大学 大学院環境学研究科、2.北海道立総合研究機構 環境科学研究センター)

[AAS04-P23] 陸別高分解能FTIRによる大気汚染物質の対流圏カラム平均混合比の長期変動観測

*長浜 智生[1]、森野 勇[2]、中西 慎吾[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.国立環境研究所)

[AAS04-P24] Impacts of Biogenic and Anthropogenic Emissions on Summertime Ozone Formation in the Guanzhong Basin, China

*Nan Li[1] (1.Nanjing University of Information Science & Technology)

[AAS04-P25] **インドネシア・ジャカルタ大都市圏周辺における温室効果ガス・大気汚染物質の総合観測プロジェクト**

*西橋 政秀[1]、向井 人史[1]、寺尾 有希夫[1]、橋本 茂[1]、Rizaldi Boer[2]、Muhammad Ardiansyah[2]、Bregas Budianto[2]、Gito Sugih Immanuel[2]、Adi Rakhman[2]、Rudi Nugroho[3]、Nawa Suwedi[3]、Agus Rifai[3]、Iif Miftahul Ihsan[3]、Anies Marufatin[3]、Albert Sulaiman[3]、Dodo Gunawan[4]、Eka Suharguniyawan[4]、Asep Firman Ilahi[4]、Muharam Syam Nugraha[4]、Ronald Christian Wattimena[4]、Bayu Feriaji[4]、Thomas Lauvaux[5]、小田 知宏[6] (1.国立環境研究所、2.ボゴール農科大学、3.インドネシア技術評価応用庁、4.インドネシア気象気候地球物理庁、5.LSCE、6.USRA/NASA)

[AAS04-P26] **Seasonality of short-term variations in atmospheric CH_4 observed at Hateruma and relationship with the reginal emissions from East Asia**

*Yasunori Tohjima[1]、Jiye Zeng[1]、Tomoko Shirai[1]、Akihiko Ito[1]、Motoki Sasakawa[1]、Toshinobu Machida[1] (1.National Institute for Environmental Studies)

[AAS04-P27] A cryogen-free automated measurement system of stable carbon isotope ratio of atmospheric methane

*Taku Umezawa[1]、Takuya Saito[1] (1.National Institute of Environmental Studies)

[AAS04-P28] Global inverse analysis of CH_4 fluxes using NICAM-TM 4D-Var

*丹羽 洋介[1,2]、伊藤 昭彦[1]、町田 敏暢[1]、笹川 基樹[1]、遠嶋 康徳[1]、梅澤 拓[1]、森本 真司[3]、青木 周司[3]、澤 庸介[2]、坪井 一寛[2]、松枝 秀和[2]、Ed Dlugokencky[4]、Christina Harth[5]、Paul Krummel[6]、Ray Langenfelds[6]、Zoe Loh[6]、Jens Mühle[5]、Simon O'Doherty[7]、Ronald Prinn[8]、Michel Ramonet[9]、Peter Salameh[5]、Colm Sweeney[4]、Ray Weiss[5]、Dickon Young[7]、Simona Castaldi[10,11]、Sergio Noce[12]、Marielle Saunois[9]、Ann Stavert[13] (1.国立環境研究所、2.気象研究所、3.東北大学、4.Earth System Research Laboratory, National Oceanic and Atmospheric Administration、5.Scripps Institution of Oceanography, University of California、6.Climate Science Centre, CSIRO Oceans and Atmosphere、7.School of Chemistry, University of Bristol、8.Massachusetts Institute of Technology、9.Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, LSCE-IPSL (CEA-CNRS-UVSQ)、10.DISTABIF, Università degli studi della Campania Luigi Vanvitelli、11.Department Landscape Design & Sustainable Ecosystems RUDN University、12.IAFES, Euro-Mediterranean Center on Climate Change、13.Global Carbon Project, CSIRO Oceans and Atmosphere)

[AAS04-P29] GOSAT/TANSO−FTSの熱赤外バンドの観測から得られた科学的成果

*齋藤 尚子[1]、小坂 真悟[1]、白木 雅人[1]、小林 陽菜子[1] (1.千葉大学環境リモートセンシング研究センター)

[AAS04-P30] **南鳥島における大気中CO_2濃度および炭素・酸素安定同位体比の連続観測**

*村山 昌平[1]、坪井 一寛[2]、石戸谷 重之[1]、松枝 秀和[2]、丹羽 洋介[3]、澤 庸介[2]、石島 健太郎[2]、古積 健太郎[4]、梅澤 研太[4]、雪田 一弥[4]、西田 重晴[4]、山本 めぐみ[4]、宇佐美 哲之[1]、森本 真司[5] (1.国立研究開発法人産業技術総合研究所、2.気象研究所、3.国立研究開発法人国立環境研究所、4.気象庁、5.東北大学)

[AAS04-P31] 気象庁観測所において観測された大気中ラドン濃度の変動

*石島 健太郎[1]、坪井 一寛[1]、松枝 秀和[1]、澤 庸介[1]、丹羽 洋介[2,1]、眞木 貴史[1]、中村 貴[3] (1.気象研究所、2.国立環境研究所、3.気象庁)

[AAS04-P32] 陸別・昭和基地・つくばにおける地上FTIR観測によるフロン・代替フロン類の長期変動

*中島 英彰[1,2]、武田 真憲[2,1]、村田 功[2]、杉田 考史[1]、長浜 智生[3]、森野 勇[1]、木名瀬 健[4] (1.国立研究開発法人　国立環境研究所、2.東北大学大学院環境科学研究科、3.名古屋大学宇宙地球環境研究所、4.気象研究所)

[AAS04-P33] 南米最南端部リオガジェゴスにおける2015-2017年のミリ波成層圏オゾン観測

*水野 亮[1]、關 博則[1]、長浜 智生[1]、大山 博史[2]、Salvador Jacobo[3]、Orte Facundo[3]、Wolfram Elian[3] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.国立環境研究所、3.レーザー応用技術研究所, UNIDEF アルゼンチン)

ひまわり8号データを用いたGOSAT衛星の雲判定精度の検証
Validation of GOSAT cloud judgement by using Himawari-8 data

*北村 克樹[1]、齋藤 尚子[2]
*Kitamura Katsuki[1], Naoko Saitoh[2]

1. 千葉大学大学院融合理工学府地球環境科学専攻、2. 千葉大学環境リモートセンシング研究センター
1. Chiba University Graduate School of Science and Engineering Division of Earth Environmental Science , 2. Center for Environmental Remote Sensing Chiba University

GOSAT（Greenhouse Gases Observing SATellite）搭載のTANSO（Thermal and Near−infrared Sensor for Carbon Observation）−FTS（Fourier Transform Spectrometer）の観測スペクトルから温室効果ガス濃度を導出する際、昼間はTANSO−CAI（Cloud and Aerosol Imager）、夜間はTANSO−FTSの熱赤外バンド（TIRバンド）を用いて、FTS観測視野内の雲判定を行っている。本研究では、静止気象衛星ひまわり8号搭載のAHI（Advanced Himawari Imager）のデ−タを用いて、TANSO−FTSの観測視野内の雲判定の検証を行った。

まず、2016年1月と7月の海上のTANSO−FTSの観測について、TANSO−FTSとの観測時刻差が1分以内であり、かつTANSO−FTSの観測視野内にその観測グリッドの中心が存在しているすべてのひまわり8号の観測グリッドを抽出した。次に、各グリッドについて、ひまわり8号/AHIの反射率と輝度温度に基づいて雲判定を実施し、各雲判定結果を統合してTANSO−FTSの観測視野におけるひまわり8号の雲判定結果とした。

昼間のTANSO−CAIとひまわり8号による雲判定の一致率は高い割合（約9割）を示した。約1割のTANSO−FTSの観測地点において、両者の雲判定が一致しなかった主な原因は、TANSO−CAIでは可視域の反射率のみを利用して雲判定を行っていることに対して、ひまわり8号では可視域の反射率と赤外域の輝度温度の両方を利用して雲判定を行っているためであると考えられる。一方、TANSO−FTSのTIRバンドとひまわり8号による雲判定の一致率は、TANSO−CAIとひまわり8号による雲判定の一致率より約13−20%低くなった。この一致率が悪くなる原因として、TANSO−FTSの観測視野（10.5 km）がTANSO−CAI及びひまわり8号の観測視野（0.5 km及び2 km）より広いこと、またTANSO−FTSのTIRバンドの雲判定は赤外域の輝度温度のみを用いて雲判定を行っていることが挙げられる。

さらに、GOSATによる雲判定（TANSO−CAI及びTANSO−FTSのTIRバンド）とひまわり8号による雲判定が一致しないケースについての詳細を調べた。まず、GOSATが晴れと判定しひまわり8号か曇りと判定したケースの方が大幅に多いことから、本研究のひまわり8号による雲判定が晴れに対して厳しい判定をするアルゴリズムになっていることが結果に影響していると考えられる。また、TANSO−FTSのTIRバンドが晴れと判定しひまわり8号が曇りと判定している観測地点では、TANSO−FTSの観測視野で部分的に輝度温度が低くなっているケースが複数見られたことから、TANSO−FTSの観測視野がひまわり8号の観測視野より広いため、TANSO−FTSの観測視野内の部分的な雲をTIRバンドによる雲判定では見逃している可能性があることが示唆される。

キーワード：GOSAT、ひまわり8号、雲判定、検証
Keywords: GOSAT, Himawari-8, cloud judgement, validation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本森林で産するキノコ胞子の氷晶核化温度測定
Measurement of temperature that fungal spores form ice nuclei

*北 和之[1]、佐々木 完斉[1]、南 光太郎[1]、木名瀬 健[2]、足立 光司[2]、財前 祐二[2]、保坂 健太郎[3]、牧 輝弥[4]、五十嵐 康人[1,5]
*Kazuyuki Kita[1], Kansei Sasaki[1], Koutaro Minami[1], Takeshi Kinase[2], Kouji Adachi[2], Yuji Zaizen[2], Kentaro Hosaka[3], Teruya Maki[4], Yasuhito Igarashi[1,5]

1. 茨城大学、2. 気象研究所、3. 国立科学博物館、4. 金沢大学、5. 京都大学
1. Ibaraki University, 2. Meteorological Research Laboratory, 3. National Musium of Nature and Science, 4. Kanazawa University, 5. Kyoto University

エアロゾルは上空で雲粒形成の際の凝結核・氷晶核として働く。近年、バイオエアロゾルの中に、-15℃以上と比較的高い温度で氷晶核となるものが発見され、比較的高温（低い高度）での氷晶雲・降水の発生を説明できるのではないかということで、注目されている。一般的なエアロゾルについて氷晶核能を測定した研究は数多く存在するが、多くの種類のキノコ胞子について氷晶核能を測定した研究はほとんどなく、どのような種類のキノコ胞子が比較的高温で氷晶核化するかなどまだ理解できていない。本研究では、日本の森林で発生する様々な種類のキノコ胞子について、氷晶核能の測定を行い、生物学的な分類との関係を調べた。また、氷晶の発生形態についても分類し、氷晶発生温度やプロセスに関する知見が得られないか調べた。

本研究では、主に筑波実験植物園内各種の林内で5月～10月に毎月実施されたキノコ調査で採取したキノコから胞子を捕集し、クールステージを取り付けた光学顕微鏡を用いて氷晶核化温度の測定と氷晶の発生形態の観察を行う実験を行った。また、福島県浪江町の森林で採取したキノコについても同様の実験を行った。

その結果、キノコ胞子の氷晶核化温度は種によって大きく異なり、数種類のキノコ胞子で代表させることはできないことが分かった。氷晶核化温度と生物学的分類との関係についてみると、ハラタケ目には氷晶核化温度は-15℃程度と-30℃程度の2つのグループが存在した。ベニタケ目は大きなばらつきが存在するが-20～-30℃程度、イグチ目は-30℃程度、タマチョレイタケ目は-22℃で氷晶核となった。また、氷晶の発生形態により「A：胞子が膨らんでから胞子全体から氷が成長するもの」、「B：突然胞子全体から氷が成長するもの」、「C：胞子の一部から氷が成長するもの」、「D：胞子の周りに氷が発生するもの」の4種類に分類した。例外は存在するが、Aに分類できた胞子の多くは-15℃以上と比較的高い温度で氷晶核となった。他の発生形態については氷晶核化温度との関係は明確ではない。

本研究により、様々な種のキノコ胞子の氷晶核化温度が測定され、-15℃程度の比較的高温で氷晶核化できるものがあることが分かった。比較的高温で氷晶となるキノコ胞子は、ハラタケ目に分類されるものが多く、「胞子が膨らんでから胞子全体から氷が成長する」形態をとることわかり、どういう（成分、構造など）胞子が、高温で氷晶核化するか理解するヒントになると思われる。キノコ胞子が本当に雲生成に寄与しているかを明らかにするためには、さらにキノコ胞子の上空への輸送効率や上空の環境条件で氷晶核化するかどうかを明らかにする必要がある。

キーワード：バイオエアロゾル、キノコ胞子、氷晶核
Keywords: bioaerosol, fungal spore, ice nuclei

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Investigation of Atmospheric Aerosol Particles and gases by R/V Mirai cruise over the Arctic Ocean on 2017

*竹谷 文一[1]、加藤 咲[1,2]、宮川 拓真[1]、滝川 雅之[1]、山口 将大[1]、高島 久洋[1,2]、Petr Mordovskoi[1]、金谷 有剛[1]
*Fumikazu Taketani[1], Saki Kato[1,2], Takuma Miyakawa[1], Masayuki Takigawa[1], Masahiro Yamaguchi[1], Hisahiro Takashima[1,2], Petr Mordovskoi[1], Yugo Kanaya[1]

1. 海洋研究開発機構、2. 福岡大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Fukuoka University

Atmospheric aerosol particles play an important role in Arctic climate through the absorbing and scattering of solar radiation. Also, the deposition of light-absorbing particles on the surface reduces the Earth’s albedo and accelerates snow/ice melting by absorbing the sunlight. However, the observational information has been still insufficient to assess their contribution over the Arctic region. In this study, we conducted the ship-based measurements of marine aerosol particles (black carbon (BC), and fluorescent property) and trace gases (ozone and carbon monoxide) using R/V Mirai during a cruise across the Arctic Ocean and Bering Sea (23 August –4 October 2017). The measured BC mass concentration over the Arctic Ocean in the latitudinal region > 70˚N was an overall mean value of 3.5 ±2.0 ng/m^3. This value was almost same to the levels recorded during our previous observations in the Arctic cruise on September during 2014 -2016. We captured relatively high BC mass concentration and/or CO mixing ratio events at 4 and 7-12 September 2017. The trajectory and BC property suggested that the source of BC on 4 September could be oil field at north of Alaska. We will present further analysis on the size distribution, BC mixing state, during the cruise in the presentation.

キーワード：ブラックカーボン、北極海、船上観測
Keywords: Black Carbon, Arctic Ocean, Ship-based Observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Characterization of carbonaceous aerosols in East Asia in the spring of 2015: Importance of non-fossil fuel sources

*宮川 拓真[1]、駒崎 雄一[1]、竹谷 文一[1]、潘 小楽[2]、王 自発[2]、金谷 有剛[1]
*Takuma Miyakawa[1], Yuichi Komazaki[1], Fumikazu Taketani[1], Xiaole PAN[2], Zifa Wang[2], Yugo Kanaya[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 中国科学院大気物理研究所
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Institute for Atmospheric Physics, Chinese Academy of Science

The sources of elemental (EC) and organic carbon (OC) aerosols in the spring of 2015 in Asian outflow were investigated in terms of the radiocarbon (^{14}C) for carbonaceous aerosols and organic molecular marker analyses. The contribution of fossil fuel (FF) sources to total carbonaceous aerosols (TC) significantly increased in polluted air masses with enhancements of carbon monoxide concentrations. For EC, FF sources dominated in the polluted air masses. For OC, the contributions of non-FF and non-biomass burning (BB) sources were found to be significant (comparable to or higher than those of FF sources), especially in the air masses with higher values of both the ratio of water-soluble fraction of OC (f_{WSOC}) and ^{14}C concentrations ($F^{14}C$). Positive correlation between f_{WSOC} and $F^{14}C$ indicates that the origins of TC (mainly OC) have great effects on the variabilities in the water solubility and the following climatic impacts (i.e., cloud formation process) of OC in the regional scale within the time scale of a week. Multivariate analyses using metallic and ionic tracers revealed the insights into the characteristics of classified carbonaceous aerosols in Asian outflow.

キーワード：炭素性エアロゾル、放射性炭素同位体分析、発生源解析
Keywords: Carbonaceous aerosols, Radiocarbon analysis, Source attribution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analyzing the influence of biomass burning on ambient air pollution in mainland Southeast Asia from 2001 to 2016

*Shuai Yin[1]

1. National Institute for Environmental Studies

In this study, various remote sensing data, modeling data and emission inventories were integrated to analyze the tempo-spatial distribution of biomass burning in mainland Southeast Asia and its effects on the local ambient air quality from 2001 to 2016. With such a long time span, land cover changes have been considered in dividing the biomass burning into four types: forest fires, shrubland fires, crop residue burning and other fires. The results show that the monthly average number of fire spots peaked at 34,512 in March and that the monthly variation followed a strong seasonal pattern, which was closely related to precipitation and farming activities. The four kinds of biomass burning fires presented totally different tempo-spatial distributions and forest fires and shrubland fires are more dominant than other types. Moreover, the monthly Aerosol Optical Depth (AOD), particulate matter with a diameter less than 2.5 μm ($PM_{2.5}$) and carbon monoxide (CO) concentrations also peaked in March with values of 0.62, 73.97 $\mu g/m^3$ and 426 ppb, respectively. There are significant correlations between the monthly AOD, $PM_{2.5}$, and CO concentrations and the number of fire spots. On an annual scale, we also found certain correlations between the AOD and $PM_{2.5}$ concentrations and the number of fire spots. With respect to the spatial distribution, the AOD, $PM_{2.5}$ and CO concentrations are always higher in intense biomass burning regions. Southeast Asia is one of the most populated and fastest growing economic regions in the world. Therefore, in order to objectively and accurately analyze the influence of biomass burning on local air quality over a long time span, it is imperative for this study to consider the effects of anthropogenic activities. Two anthropogenic CO_2 emission inventories, the Emission Database for Global Atmosphere Research (EDGAR) and the Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC), were used. The results further prove that biomass burning is the dominant cause of the variation in the local air quality in mainland Southeast Asia. Although government authorities have taken measures to control biomass burning, the number of fire spots did not decrease; the numbers exceeded 100,000 each year from 2012 to 2016.

Keywords: AOD, Anthropogenic emission, Biomass burning, Carbon monoxide, PM2.5

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

High-resolution and multi-year inventory of mercury emissions from biomass burning in tropical continents during 2001–2017

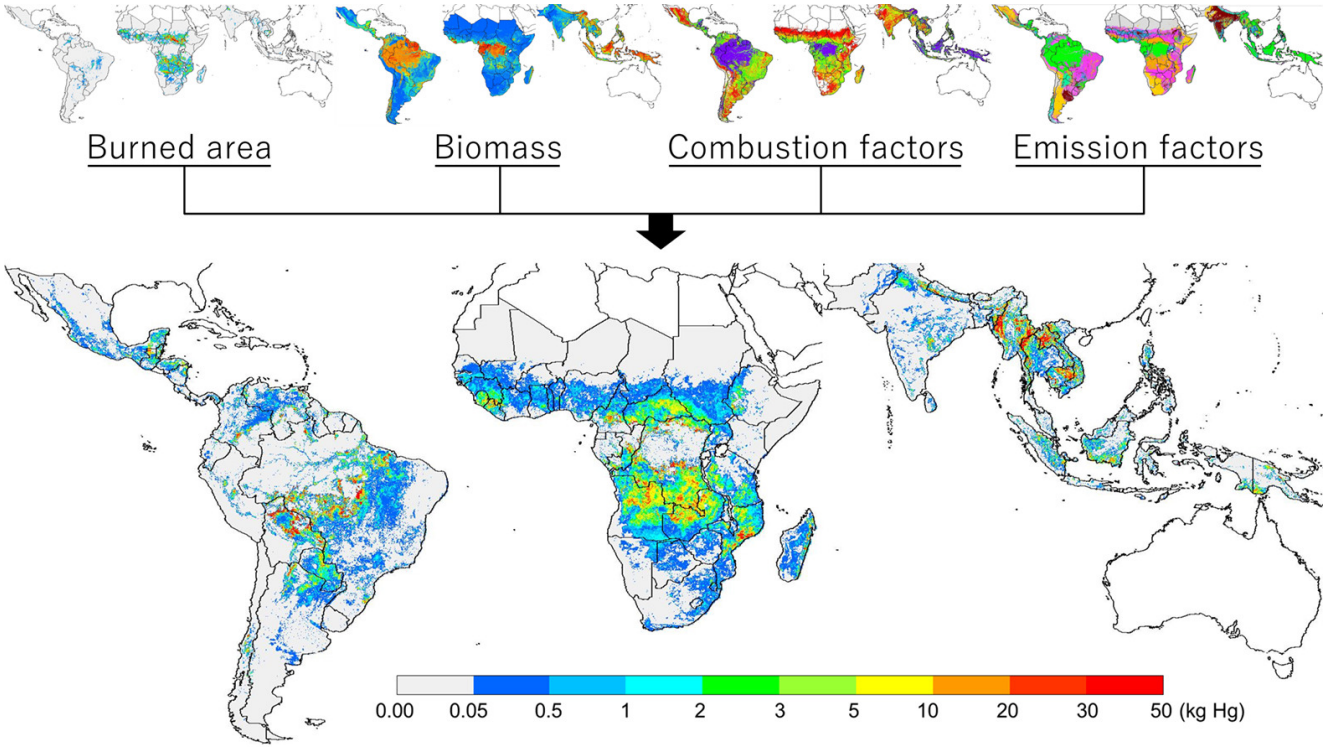
*Yusheng Shi[1]

1. Aerospace Information Research Institute, Chinese Academy of Sciences

Mercury emissions from biomass burning contribute significantly to the atmospheric mercury budget and the interannual variations of mercury concentrations in the troposphere. This study developed a high-resolution (0.1 deg) and multi-year (2001-2017) monthly inventory of mercury emissions from biomass burning in five fire types in the tropical continents (Central and South America, Africa, and South and Southeast Asia). The inventory estimates of mercury emissions from biomass burning are based on the newly released MCD61A1 version 6 Burned Area data product, satellite and observational data of biomass density, and spatial and temporal variable combustion factors. Results from the inventory demonstrated that during 2001-2017, the average annual mercury emissions from biomass burning in tropical continents was 497 Mg and ranged from 289 Mg to 681 Mg. Forest fires were the largest contributor, accounting for 61% (300 Mg) of the total mercury emissions from biomass burning, followed by fires in shrubland (30%, 151 Mg), savanna (7%, 35 Mg), peatland (1%, 6 Mg), and cropland (1%, 5 Mg). However, these proportions varied between the continents; in the Americas and Asia, the largest biomass burning emissions came from forest fires, and in Africa the largest emissions were from shrubland fires. Between the three continents, Africa released 41% of the mercury emissions from biomass burning (202 Mg $year^{-1}$), Asia released 31% (154 Mg $year^{-1}$), and the Americas released 28% (141 Mg $year^{-1}$). The total mercury emissions from biomass burning in these tropical continents exhibited strong interannual variations from 2001 to 2017, with peak emissions in March and Agust to September, and forest fires were the primary land fire type controlling the interannual variations. Soil mercury emissions released during biomass burning was determined to be 495 Mg $year^{-1}$ during 2001-2017. The biomass burning mercury emissions data in this inventory agrees with results by other studies, which suggests that it could be used as an input for atmospheric transport models.

Keywords: biomass burning, mercury emissions, forest fires, tropical continents

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Simultaneous observations by sky radiometer and MAX-DOAS for characterization of biomass burning plumes in central Thailand in January-April 2016

*入江 仁士[1]、Syedul Hoque[1]、Alessandro Damiani[1]、Al Fatmi[1]、Pradeep Khatri[2]、高村 民雄[1]、Thanawat Jarupongsakul[3]
*Hitoshi Irie[1], Syedul Hoque[1], Alessandro Damiani[1], Al Mashroor Fatmi[1], Pradeep Khatri[2], Tamio Takamura[1], Thanawat Jarupongsakul[3]

1. 千葉大学、2. 東北大学、3. チュラロンコン大学
1. Chiba University, 2. Tohoku University, 3. Chulalongkorn University

The first intensive multi-component ground-based remote sensing observations by sky radiometer and Multi-Axis Differential Optical Absorption Spectroscopy (MAX-DOAS) were performed simultaneously at the SKYNET/Phimai site located in central Thailand (15.18°N, 102.56°E) from January to April 2016. The period corresponds to the dry season associated with the intense biomass burning (BB) activity around the site. The near-surface concentration of formaldehyde (HCHO) retrieved from MAX-DOAS was found to be a useful tracer for absorption aerosols from BB plumes, when BB was the dominant sources of HCHO and absorption aerosols over other sources. As the HCHO concentration tripled from 3 to 9 ppbv, the ratio of gaseous glyoxal to HCHO concentrations in daytime decreased from ~0.04 to ~0.03, responding presumably to the increased contribution of volatile organic compound emissions from BB. In addition, clear increases in aerosol absorption optical depths (AAODs) retrieved from sky radiometer observations were seen with the HCHO enhancement. At a HCHO of 9 ppbv, AAOD at a wavelength of 340 nm reached as high as ~0.15±0.03. The wavelength dependence of AAODs at 340-870 nm was quantified by the absorption Ångström exponent (AAE), providing evidence for the presence of brown carbon aerosols at an AAE of 1.5±0.2. Thus, our multi-component observations around central Thailand are expected to provide unique constraints for understanding physical/chemical/optical properties of BB plumes.

キーワード：バイオマスバーニング、ホルムアルデヒド、グリオキサール、エアロゾル、スカイラジオメータ、MAX-DOAS
Keywords: Biomass burning, HCHO, CHOCHO, aerosol, sky radiometer, MAX-DOAS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Quantifying PM2.5 from long-range transport and local pollution in Taiwan during winter monsoon.

*Ming-Tung Chuang[1]

1. Research Center for Environmental Changes, Academia Sinica

From autumn to the following spring, annually, the northeast monsoon transports PM2.5 (particles less than
2.5 μm in aerodynamic diameter) from the Asian continent to downstream areas. Naturally, this triggered a
question: What are the contributions of PM2.5 from long-range transport (LRT) and local pollution (LP) at any
downstream location? To answer that question, the present study developed an economical and efficient method
that can easily estimate the contribution of PM2.5 from LRT (LRT-PM2.5) and PM2.5 from LP (LP-PM2.5). The
method used PM2.5 and meteorological observation data in Taiwan from 2006 to 2015 and a short-term simulation
from January to May in 2010. The analysis classified the data into three types of PM2.5 source patterns:
LRT-Event (high concentration plume at the front edge of southward moving anticyclones/strong northeast
wind), LRT-Ordinary (less concentration in common strong northeast wind), and LRT/LP Mix or Pure LP (PM2.5
was from both LRT and LP or from only LP under weak northeast wind). During the ten-year period, the average
LRT-PM2.5 values at the northern tip of Taiwan were 31–39 μgm−3, 12–16 μgm−3, and 4–13 μgm−3 for the
LRT-Event, LRT-Ordinary, and LRT/LP Mix or Pure LP patterns, respectively. The 10-year average LRT-PM2.5
and LP-PM2.5 contributions were approximately 70:30 in northern Taiwan, 50:50 in central Taiwan, and 30:70 in
southern Taiwan for the LRT-Event pattern; 60:40 in northern and 40:60 in central and southern Taiwan for the
LRT-Ordinary pattern; and 30:70 in northern and 25:75 in central and southern Taiwan for the LRT/LP Mix or
Pure LP pattern. Interestingly, LRT-PM2.5 peaked in 2013 but has decreased annually since then, whereas LPPM2.5
has roughly decreased in the past ten years.

Keywords: PM2.5, long-range transport, local pollution, CMAQ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

長崎県雲仙岳周辺での小型センサを用いた$PM_{2.5}$の高度依存性の観測
Vertical characterization of $PM_{2.5}$ based on observation using compact sensors on and around Mt. Unzen in Nagasaki Prefecture

*中山 智喜[1]、上野 彩音[1]、鐘ヶ江 健太[1]、河本 和明[1]、馬越 孝道[1]、山崎 高幸[2]、岡本 渉[2]、松見 豊[2]
*Tomoki Nakayama[1], Ayane Ueno[1], Kenta Kanegae[1], Kazuaki Kawamoto[1], Kodo Umakoshi[1], Takayuki Yamasaki[2], Wataru Okamoto[2], Yutaka Matsumi[2]

1. 長崎大学　環境科学部、2. 名古屋大学　宇宙地球環境研究所
1. Faculty of Environmental Science, Nagasaki University, 2. ISEE, Nagoya University

$PM_{2.5}$等のエアロゾル粒子は、太陽光を光吸収もしくは光散乱したり、雲凝結核として雲粒生成に関与したりすることで、放射収支を変化させ、直接もしくは間接的に気候変動に影響を及ぼしている。また、人間の体内に取り込まれると、呼吸器および循環器の疾患を引き起こすなど、その健康影響が懸念されている。日本において$PM_{2.5}$の起源として、国内の排出源の影響に加えて、アジア大陸からの越境輸送の寄与が考えられる。特に、長崎県などの九州西北部においては、冬季から春季に高濃度の$PM_{2.5}$を含む越境輸送気塊が頻繁に到達することが知られている。$PM_{2.5}$の重量濃度の測定は、環境省の常時監視局（そらまめ君）などで行われているが、人口の少ない山岳部での観測点は極めて限られている。また、大型で高価なベータ線吸収法を用いた装置を、多点観測に用いるのは難しい。我々は、最近、パナソニック株式会社と共同で個々の粒子の光散乱強度を計測することで$PM_{2.5}$の重量濃度が計測可能な小型$PM_{2.5}$センサを開発した[Nakayama et al. 2018]。

本研究では、長崎県の雲仙岳周辺で本センサを用いた$PM_{2.5}$重量濃度の観測を実施して、高度方向および東西方向の広がりおよび、その時間変動について解析した。2018年12月以降、標高20 mから1300 mの6地点に小型$PM_{2.5}$センサを設置し、1分程度の時間分解能で測定している。これまでの観測により、冬季に35 $\mu g/m^3$以上の高濃度$PM_{2.5}$が観測された際には、地上付近と高度1 km以上で概ね同程度の$PM_{2.5}$の重量濃度となる場合が多い一方、上空から清浄な気塊が流入したり、安定な境界層内に粒子が滞留したりすることで、地上付近でのみ高濃度$PM_{2.5}$が観測された事例も見られた。今後、雲仙岳から北西38 kmに設置されている国立環境研究所のライダー観測データとの比較を進める予定である。

謝辞
本観測は、雲仙市、島原市、南島原市、雲仙ロープウェイ株式会社、およびパナソニック株式会社エコソリューションズ社の協力を得て実施している。

文献

T. Nakayama, Y. Matsumi, K. Kawahito, Y. Watabe, Development and evaluation of a palm-sized optical $PM_{2.5}$ sensor, *Aerosol Sci. Technol.*, 52, 2-12, doi:10.1080/02786826.2017.1375078 (2018).

キーワード：PM2.5、越境汚染、小型センサー、山岳
Keywords: PM2.5, Transboundary Air Pollution , Compact sensor, Mountain

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Observation of NPF events at the summit of Mt. Fuji during daytime and nighttime

*五十嵐 博己[1]、佐藤 丈徳[1]、森 樹大[1]、三浦 和彦[1]、岩本 洋子[2]、和田 龍一[3]、加藤 俊吾[4]、大河内 博[5]
*Hiroki Igarashi[1], Takenori Sato[1], Tatsuhiro Mori[1], Kazuhiko Miura[1], Yoko Iwamoto[2], Ryuichi Wada[3], Shungo Kato[4], Hiroshi Okochi[5]

1. 東京理科大学、2. 広島大学、3. 帝京科学大学、4. 首都大学東京、5. 早稲田大学
1. Tokyo University of Science, 2. Hiroshima University, 3. Teikyo University of Science, 4. Tokyo Metropolitan University, 5. Waseda University

An improved understanding of a new particle formation (NPF), which is a key process controlling the spatial and temporal distributions of aerosol concentration, is needed to estimate the direct radiative forcing. However, it is difficult to quantitatively understand the mechanism of NPF because the frequency of the NPF depends on the aerosol concentration, gases, and meteorological condition. In this study, we measured number concentrations (*N*) of aerosol particles (10 to 487 nm) at the summit of Mt. Fuji (35.360˚N, 138.727˚E, 3776 m a.s.l.) between July and August during 2011-2017. We report the annual and diurnal variations of the frequency of the NPF for a long-term period. The summit of Mt. Fuji is usually located in the free troposphere and enable us to observe the long-range transport of aerosol particles. The NPF event was defined as the event that *N* increases over 1 hour for diameter smaller than 25 nm. We observed 172 NPF events (daytime and nighttime events were 90 times and 82 times, respectively) during the observation period. Most events occurred at 8 o'clock (at the peak of daytime events) and 20 to 21 o'clock (at peaks of nighttime events) in local time. In addition, the growth rate of aerosol particles was calculated. The median value of the growth rate was estimated to be 5.27 nm/h (6.03 nm/h for daytime and 4.56 nm/h for nighttime) at 40 NPF events, suggesting that aerosol particles are easily grown during daytime. Finally, using a back trajectory analysis (NOAA HYSPLIT version 4), we investigated when and where the NPF occurred. As a result, it is suggested that 62.5% of the total NPF occurred during the daytime, and the rest occurred during the nighttime (37.5%). The NPF frequently occurred during daytime over Japan although a few NPF occurred over the sea during nighttime.

キーワード：新粒子生成、富士山、夜間NPFイベント、粒径分布
Keywords: New particle formation, Mt. Fuji, Nighttime NPF event, Particle size distribution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大気中金属粒子のICP-MS観測とTEMによる個別粒子解析
Measurement of atmospheric metal particles using an ICP-MS and TEM.

*木名瀬 健[1]、足立 光司[1]、梶野 瑞王[1]、林 政彦[2]、原 圭一郎[2]
*Takeshi Kinase[1], Kouji Adachi[1], Mizuo Kajino[1], Masahiko Hayashi[2], Keiichiro Hara[2]

1. 気象研究所、2. 福岡大学
1. Meteorological Research Institute, 2. Fukuoka

大気中には金属成分を主体としたエアロゾル（以下、金属粒子）が多く存在する。これら金属粒子の中には特に強い酸化能を示すものが存在し、人体内部に沈着し、健康影響を及ぼすことが分かってきている。それらは細胞表面または細胞中にて活性酸素やラジカルを形成し、酸化ストレスを与え、細胞死やDNAの損傷を引き起こす。しかし、それぞれの金属粒子がどの程度の酸化能を有し、どの程度人体に影響を及ぼすかはまだあまりよくわかっていない。また、酸化鉄などの有色金属粒子は太陽放射を吸収し、温暖化に寄与することが示唆されている。しかしその各地点における存在量や詳細な性状については明らかにされていない。

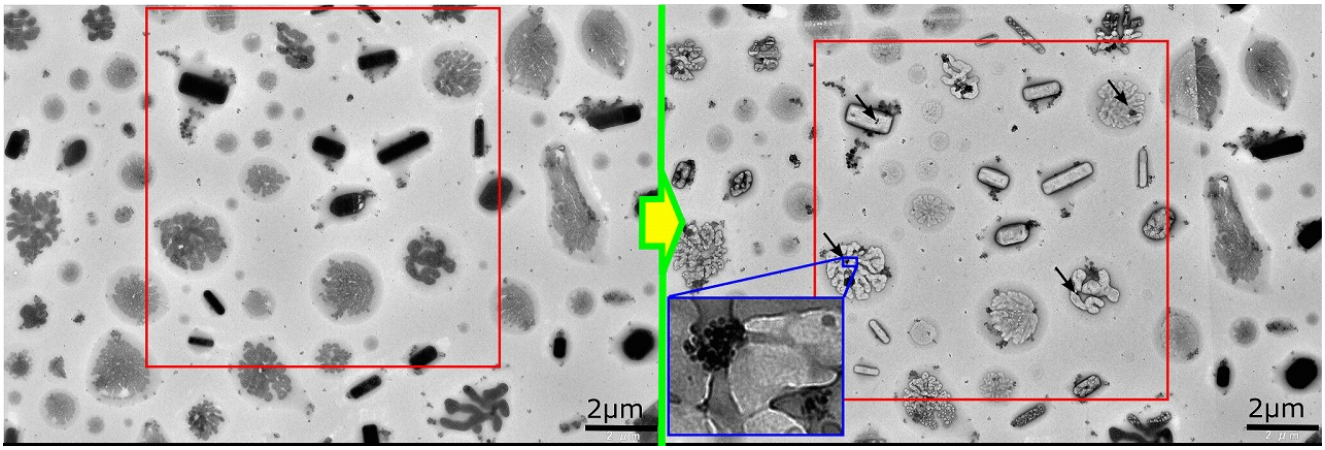
本研究では、誘導結合プラズマ質量分析計（以下ICP-MS）により大気中の金属濃度を連続測定し、同時にインパクターでグリッド上に採取したエアロゾルサンプルの透過型電子顕微鏡(TEM)、走査型透過電子顕微鏡(STEM)、エネルギー分散型X線分光法(EDS)による観察を実施した。使用したICP-MSにはガス交換機を接続しており、エアロゾルがアルゴンガス雰囲気下に置換することで、エアロゾルを直接ICP-MSに導入し、リアルタイムでの測定が可能となっている。これにより大気中金属粒子濃度の時系列変動を定量的に把握し、期間中の各種金属の増減イベントごとに観察される金属粒子の形態・組成をTEMおよびEDS-STEM分析により明らかにする。また、大気中を浮遊する金属粒子の特徴や、その混合状態についても知見を得ることを目的としている。

本観測は冬季（2018/1/17～2/8）と春季（2018/5/8～5/30）の二期間に福岡大学にて集中観測として実施した。観測の結果、両期間ともICP-MSにより複数回のイベントをとらえることができた。最も質量濃度が高い成分はFeやAlで、次いでZn、Mn、Cr、Pbが多く存在しており、増減の挙動も比較的一致していた。またMn、V、AlとFeの相関を取ると、二つの傾きが存在することが分かった。Feと挙動が一致しない成分としてはAg、Au、Mo、Tcなどがあった。ICP-MSで金属の高濃度イベントを検出した時間帯のサンプルについてTEMで観察すると、金属主体の微小な球形粒子(小さいものでは数nm)の凝集体を見つけることができた。その主たる粒子はFe、Mn、Crなどを含む粒子で、ほとんどの粒子は硫酸塩と内部混合していた。また、一つの粒子の中に複数個の細かい金属粒子が散乱して内部混合しているケースも見られた。ZnやPbを主に含む金属粒子も硫酸塩に内部混合しているが、粒子ではなく溶存体として存在するか、あるいは電子線により分解する結晶状態として観察された。

主要な金属成分以外にも、Ag、Sb、Cuなどを多く含む金属粒子も確認することができた。本研究で得られたデータは、大気中の金属粒子の挙動を理解するうえで有用となる。

キーワード：酸化能、金属粒子、ICP-MS、透過型電子顕微鏡、形態観察
Keywords: Oxidation potential, Metal particle, ICP-MS, TEM, Feature observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

単一粒子光消散法を用いた複素屈折率測定装置での実験結果
Experimental results on measuring device of complex refractive index using the single particle extinction and scattering method

*高砂 裕也[1]
*TAKASAGO YUYA[1]

1. 東京大学大学院　理学系研究科
1. Tokyo university

大気エアロゾルの種類、量の変化はアルベドを変化させ、放射収支や気候変動をもたらす。しかし現在のところその変動幅の予測精度は高くない。大気エアロゾルの種類を推定することのできる物理量として複素屈折率がある。既存の手法ではバルクごとの複素屈折率を測定する手法が主流であり、単一粒子ごとに測定する事案は少ない。粒子種ごとに複素屈折率の厳密な測定データが得られることにより粒子種別の気候変動幅の予測精度を向上させることが可能なため、複素屈折率の単一粒子ごとの測定は重要である。本研究では複素屈折率を測定する手法として単一粒子光消散法を用いた実験を行った。単一粒子光消散法とは、微粒子にレーザーを投射することにより発生する前方散乱光強度と、散乱光と入射光との干渉を測定し、それらから粒子の複素屈折率の値を推定する手法である。この手法を用いた実験装置を開発し、ポリスチレン、BC標準粒子と降水試料（沖縄、八方、福井）での実験を行った。現在は、実験から得られた前方散乱強度と入射光と散乱光の干渉データから粒子種と複素屈折率などの粒子特性を推定する逆問題を解く手法を思案中であり、機械学習のクラスタリングの手法を用いて複数種類の粒子が混ざった試料から粒子種別に分類する方法を開発中である。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Evaluation of BC and CO emission inventory based on long-term in-situ observations over East Asia

*Choi Yongjoo[1]、Kanaya Yugo [1]、Shin Hye-Jung [2]、Park Seung-Myong [2]、Matsuki Atsushi [3]、Sadanaga Yasuhiro[4]、Kim Sang-woo [5]、Uno Itsushi [6]、Pan Xiaole [7]
*Yongjoo Choi[1], Yugo Kanaya[1], Hye-Jung Shin[2], Seung-Myong Park[2], Atsushi Matsuki[3], Yasuhiro Sadanaga[4], Sang-woo Kim[5], Itsushi Uno[6], Xiaole Pan[7]

1. Development Center for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、2. Division of Climate & Air Quality Research, National Institute of Environmental Research, Korea、3. Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University、4. Department of Applied Chemistry, Graduate School of Engineering, Osaka Prefecture University、5. School of Earth and Environmental Sciences, Seoul National University, Seoul, Korea、6. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University、7. Institute of Atmospheric Physics, CAS, Beijing, China
1. Development Center for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Division of Climate & Air Quality Research, National Institute of Environmental Research, Korea, 3. Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, 4. Department of Applied Chemistry, Graduate School of Engineering, Osaka Prefecture University, 5. School of Earth and Environmental Sciences, Seoul National University, Seoul, Korea, 6. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University, 7. Institute of Atmospheric Physics, CAS, Beijing, China

Compared to carbon dioxide (CO_2), which is a major long-lived greenhouse gas, the influence of black carbon (BC) to global warming is not negligible among the short-lived components. To improve the bottom-up emission inventory for enhancing the understanding level of BC, the measured ΔBC/ΔCO ratios were compared with those from the Regional Emission inventory in Asia (REAS) version 2.1 bottom-up inventory. The measurements were conducted at two sites in Korea (Baengnyeong; 124.63˚ E, 37.97˚ N, and Gosan; 126.17˚ E, 33.28˚ N) and two sites in Japan (Noto; 137.36˚ E, 37.45˚ N, and Fukuoka; 130.47˚ E, 33.52˚ N). The instruments for measuring CO concentration are same at all sites as Model 48i (Thermo Fisher Scientific), however, the instruments for BC were different depends on the sites (sunset EC/OC analyzer in Baengnyeong, Continuous Light Absorption Photometer in Gosan, Multi-Angle Absorption Photometer in Noto and Fukuoka). Based on the backward trajectories during past 120 hours calculated from HYSPLIT model, all trajectories were assigned to six study domains which divided by country and/or administrative district (East China, North China, Northeast China, South Korea, North Korea, and Japan). To exclude the wet-removal effect, the ΔBC/ΔCO ratio was considered only when the accumulated precipitation along a backward trajectory (APT) for three days is equal to zero. Also, we confirmed that the comparison of ΔBC/ΔCO by six study domains could be reasonable since there were no significant differences in ΔBC/ΔCO ratio depending on traveling time (dry deposition effects) and residence time over the emission source areas. Compared to measured ΔBC/ΔCO ratio (6.6 –8.4 ng/m^3·ppb), ΔBC/ΔCO from REAS emission inventory (8.0 ng/m^3·ppb for East China –23.2 ng/m^3·ppb for South Korea) were overestimated by factor 1.2 for East China to 2.9 for South Korea whereas those for North Korea (3.7 ng/m^3·ppb from REAS) was underestimated by factor 2.0. The measured ΔBC/ΔCO ratios in Japan (6.8 ng/m^3·ppb) were similar to those from REAS emission inventory (6.5 ng/m^3·ppb). The seasonal and spatial differences of ΔBC/ΔCO ratios between measured and emission inventory will be examined to identify the over- and under-estimated administrative districts.

キーワード：Black Carbon、Carbon monoxide、REAS emission inventory、ΔBC/ΔCO ratios
Keywords: Black Carbon, Carbon monoxide, REAS emission inventory, ΔBC/ΔCO ratios

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Inverse modeling of black carbon emissions over China using ensemble data assimilation

*Ping Wang[1]

1. Chinese Academy of Meteorological Sciences

Emissions inventories of black carbon (BC), which are traditionally constructed using a “bottom-up” approach based on activity data and emissions factors, are considered to contain a large level of uncertainty. In this paper, an ensemble optimal interpolation (EnOI) data assimilation technique is used to investigate the possibility of optimally recovering the spatially resolved emissions bias of BC. An inverse modeling system for emissions is established for an atmospheric chemistry aerosol model and two key problems related to ensemble data assimilation in the top-down emissions estimation are discussed: 1) how to obtain reasonable ensembles of prior emissions; and 2) establishing a scheme to localize the background-error matrix. An experiment involving one year long simulation cycle with EnOI inversion of BC emissions is performed for 2008. The bias of the BC emissions intensity in China at each grid point is corrected by this inverse system. The inversed emission over China in January is 240.1 Gg, and annual emission is about 2539.3 Gg, which is about 1.8 times of bottom-up emission inventory. The results show that, even though only monthly mean BC measurements are employed to inverse the emissions, the accuracy of the daily model simulation improves. Using top-down emissions, the average root-mean-square error of simulated daily BC is decreased by nearly 30%. These results are valuable and promising for a better understanding of aerosol emissions and distributions, as well as aerosol forecasting.

Keywords: Inverse modeling, black carbon, ensemble optimal interpolation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

逆推計を用いた東アジアにおけるBC排出量推定
Analysis of BC emissions in East Asia using inverse model

*眞木 貴史[1]、田中 泰宙[1]、大島 長[1]、関山 剛[1]、近藤 圭一[1]、黒川 純一[2]、弓本 桂也[3]、大原 利眞[4]
*Takashi Maki[1], Taichu Y Tanaka[1], Naga Oshima[1], Thomas Sekiyama[1], Keiichi Kondo[1], Jun-ichi Kurokawa[2], Keiya Yumimoto[3], Toshimasa Ohara[4]

1. 気象研究所、2. アジア大気汚染研究センター、3. 九州大学、4. 国立環境研究所
1. Meteorological Research Institute, 2. Asia Center for AirPollution Research, 3. Kyushu University, 4. National Institute for Environmental Studies

In addition to affecting climate change and global warming, Black Carbon (BC) brings impact on society and human health as well. However, changes in BC emissions in east Asia have yet to be fully understood. Attempts have been made by various institutions and researchers to estimate BC emission inventories from various statistics but there are problems such as lack of rapid reporting. In order to modify black carbon emissions inventory based on this statistic, we have constructed an BC emission inversion system for east Asia using aerosol transport model and surface observations. The analysis period for emissions is from 2011 to 2014. We adopt global aerosol transport model named MASINGAR mk-2 (Tanaka et al.). The model is a subset of MRI (Meteorological Research Institute) earth system model for climate research and can treat BC, OC, mineral dust, sulfate and sea-salt with external mixing. We divided tags of each province of China, South Korea, Japan into 33 regions and carried out tagged tracer transport experiments. We collected 5 surface sites daily observation data (Hedo, Fukue, Echizen, Happo and Lulin). A priori BC emission is provided by REAS 2.2 (Kurokawa et al.) at 2010. Inversion results suggested that BC emissions in East Asia between 2011 and 2014 are decreasing especially in China about 10%, compared to the 2010 emissions. There was no significant change in BC emissions in Japan and South Korea during the analysis period. However, the observation network could constrain mainly northern part of China. We need more observation data (ex. satellite data) to constrain BC emission amount.

キーワード：逆推計、BC排出量、エアロゾルモデル
Keywords: Inverse model, BC emission, Aerosol model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

化学気候モデルによる北太平洋及び北極海における黒色炭素の起源推定と混合状態の考察

Source attribution of BC in the northern Pacific and Arctic Ocean by chemistry climate model

*大西 貴都[1]、須藤 健悟[1,2]、金谷 有剛[2]、竹谷 文一[2]
*Takato Onishi[1], Kengo Sudo[1,2], Yugo Kanaya[2], Fumikazu Taketani[2]

1. 名古屋大学　大学院環境学研究科、2. 海洋研究開発機構
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

黒色炭素(BC)はバイオマスや化石燃料の燃焼によって大気中に排出される。大気中のBCは可視光を吸収し、大気を加熱するため地球温暖化に寄与していると考えられている。排出直後の外部混合状態のBCは疎水性であり、雲凝結核としては取り込まれにくく、降水沈着の影響を受けにくいので、長距離輸送される可能性がある。輸送されたBCが雪氷面に沈着すると、BCの強い可視光吸収性により、アルベドを下げ雪氷の融解を促進する。

本研究では、北半球高緯度域におけるBCの長距離輸送に着目し、大気化学モデルCHASERによるタグトレーサー計算を用いて、ソース域・起源ごとの寄与推定を行った。BC計算については、海洋研究開発機構・みらいの船上観測（8-9月）で得られたBCデータを用いて評価および解釈を実施した。その結果、北緯70度以南の太平洋域では～7倍程度の過大評価となり、日本近海では観測との差は小さいが、東経160度から180度の範囲では強い過大評価を示した。一方で北緯70度以北ではモデルが13倍～60倍の過大評価を示し、北極海域ではモデルが観測に対して大幅に過大評価している傾向が確認された。またBCの起源としては北太平洋ではシベリア・北アメリカ・中国の寄与が大きく、北極海ではシベリア、北アメリカの寄与が大きいことが示唆された。

BCの過大評価傾向は、モデル内の降水による湿性沈着が過小であることを示している可能性がある。しかしながら、モデル内で計算されている降水場は、ERA-Interim等と比較すると、むしろ過大評価であった。このことから、BCの雲への取り込み率の過小評価など、湿性沈着スキームに不整合がある可能性が示唆される。そこでモデルにおける降水とBCの湿性沈着の関係を評価するために、BCの湿性沈着フラックスを大気中のBCの存在量で正規化した値と降水の相関係数を求めた結果、0.4程度となり、降水によるBCの除去が弱いことが示唆された。さらに2014-2017年の地表から対流圏下層におけるBC濃度に対する内部混合BCの比率(混合比)を求めたところ、北極域~北太平洋高緯度域で30%程度となり、BCの過大評価が卓越する領域においては、疎水性の外部混合BCの寄与が支配的であることが確認された。

以上のことから、外部混合から内部混合への変質過程（aging）の表現や、外部混合BCの湿性沈着の計算に改良の余地が大きいことが示唆される。なお発表時には過大評価をより低減させた結果についても紹介したい。

キーワード：黒色炭素、化学気候モデル、湿性沈着、北極海、太平洋
Keywords: BC, chemistry-climate model, wet deposition, Arctic Ocean, Pacific Ocean

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

$PM_{2.5}$モバイル計測器の性能評価と国道1号線および長崎大学周辺での測定

Evaluation of a mobile $PM_{2.5}$ sensor and application to the measurements along the National route 1 and around Nagasaki University

*鐘ヶ江 健太[1]、山崎 高幸[2]、岡本 渉[2]、松見 豊[2]、中山 智喜[1]
*Kenta Kanegae[1], Takayuki Yamasaki[2], Wataru Okamoto[2], Yutaka Matsumi[2], Tomoki Nakayama[1]

1. 長崎大学、2. 名古屋大学
1. Nagasaki University, 2. Nagoya University

$PM_{2.5}$の人体への短期曝露は、ぜんそくや気管支炎などの呼吸器系疾患や循環器系疾患などのリスクを上昇させる要因であり、$PM_{2.5}$濃度の上昇により死亡リスクの上昇も懸念されている。そのため、個人単位での$PM_{2.5}$の曝露量の把握することが重要である。我々が、パナソニック社とともに共同開発した小型$PM_{2.5}$センサ[Nakayama et al. 2018]は、個々の光散乱を検出して、粒径区分ごとの粒子数密度を計測することで$PM_{2.5}$重量濃度を得るものであり、ベータ線吸収法などによる高価で大型のものとは異なり、持ち運び可能なコンパクトなサイズであり、個人曝露量計測に応用できる可能性がある。しかしながら、本小型$PM_{2.5}$センサは、小型のヒータによる熱対流を用いて、粒子をセンサ内に導入しているため、持ち運んで計測する場合、装置の傾きや揺れにより、センサの感度が変化する可能性がある。

そこで本研究では、本$PM_{2.5}$センサを実験室内で、傾けたり、揺らしたりした場合に感度がどの程度変化するかを調べた。また、本センサを携帯して屋外で歩行した場合に、静置時に比べて、どれだけ感度が低下するか調べた。これらの結果から、センサの傾きが±10°以内になるように携帯すれば、通常の歩行において、大きな感度変化なく$PM_{2.5}$の計測が可能であることが分かった。さらに、本センサを携帯して、国道1号線（東京から京都）および長崎市内を歩行し、$PM_{2.5}$重量濃度の測定を行った。今後、得られた$PM_{2.5}$の分布状況を、周囲の環境や気象条件、常時監視での測定結果と比較し、$PM_{2.5}$の局所的な排出源や拡散・輸送過程について調べる予定である。本センサを個人曝露量計測に用いることで、$PM_{2.5}$の呼吸器や循環器への影響などに関する疫学研究への応用が期待できる。

謝辞
本研究は、パナソニック株式会社エコソリューションズ社の協力を得て実施した。

参考文献

T. Nakayama, Y. Matsumi, K. Kawahito, Y. Watabe, Development and evaluation of a palm-sized optical $PM_{2.5}$ sensor, *Aerosol Sci. Technol.*, 52, 2-12, doi:10.1080/02786826.2017.1375078 (2018).

キーワード：小型PM2.5センサ、個人曝露量、モバイル測定
Keywords: Compact PM2.5 sensor , Personal exposure, Mobile measurement

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analysis on the Relationship between the Concentration of Particulate Matter and Mortality from Respiratory and Cardiovascular Diseases

*Woo-Sik JUNG[1], Woo-Gon Do[2]

1. Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea, 2. Busan Metropolitan City of Institute of Health and Environment Busan, Korea

Concerns over particulate matter are growing rapidly as the number high concentration days are increasing. Since 2015, PM2.5 has been set as a national ambient air quality standard and frequency of Asian dust or mists and precursors coming from the west of Korea has increased. Various studies have been conducted on the distribution and composition of particulate matter. The particulate matter is known to be the main cause of respiratory and cardiovascular disease, such as vascular dysfunction, asthma and the occurrence of chronic bronchitis. As the paradigm of air quality management policy changes from controlling, treating and reducing sources to taking into account the damage of a receptor including assessing health risks, it is necessary to establish scientific policies by quantitatively assessing the health effects of the particulate matter and calculating health benefits. To do this, a quantitative assessment of the health risks of particulate matter is essential. The purpose of this study is to analyze the effects of changes in the daily average concentration of particulate matter on the mortality of respiratory and cardiovascular diseases in Busan, Korea. In this study, we employed a generalized additive model (GAM) with a quasi-Poisson to assess the association between daily mean particulate matter and mortality. A penalized spline function was used to adjust the seasonal pattern and long-term trend in daily mortality and the nonlinear mortality effects of the weather. Based on this, a model between the death rate and daily average particulate matter was established and the change in the mortality rate of respiratory and cardiovascular diseases was analyzed according to the change in particulate concentration. The daily mean particulate matter were calculated using hourly PM2.5 and PM10 data provided the Environment Ministry of Korea and the causes of death from 2015 to 2017 were provided by the National Statistical Office's 'Micro Data Service'.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

Keywords: Particulate Matters, Mortality, Respiratory Diseases, Cardiovascular Diseases

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analysis on the Relationship between the Concentration of Particulate Matter and Mortality from Respiratory and Cardiovascular Diseases

Woo-Sik Jung*, Woo-Gon Do,

*Dept. of Atmospheric Environment Information Engineering, Inje University, Gimhae, Korea
Busan Metropolitan City of Institute of Health and Environment Busan, Korea

Concerns over particulate matter are growing rapidly as the number high concentration days are increasing. Since 2015, PM2.5 has been set as a national ambient air quality standard and frequency of Asian dust or mists and precursors coming from the west of Korea has increased. Various studies have been conducted on the distribution and composition of particulate matter. The particulate matter is known to be the main cause of respiratory and cardiovascular disease, such as vascular dysfunction, asthma and the occurrence of chronic bronchitis. As the paradigm of air quality management policy changes from controlling, treating and reducing sources to taking into account the damage of a receptor including assessing health risks, it is necessary to establish scientific policies by quantitatively assessing the health effects of the particulate matter and calculating health benefits. To do this, a quantitative assessment of the health risks of particulate matter is essential. The purpose of this study is to analyze the effects of changes in the daily average concentration of particulate matter on the mortality of respiratory and cardiovascular diseases in Busan, Korea. In this study, we employed a generalized additive model (GAM) with a quasi-Poisson to assess the association between daily mean particulate matter and mortality. A penalized spline function was used to adjust the seasonal pattern and long-term trend in daily mortality and the nonlinear mortality effects of the weather. Based on this, a model between the death rate and daily average particulate matter was established and the change in the mortality rate of respiratory and cardiovascular diseases was analyzed according to the change in particulate concentration. The daily mean particulate matter were calculated using hourly PM2.5 and PM10 data provided the Environment Ministry of Korea and the causes of death from 2015 to 2017 were provided by the National Statistical Office's 'Micro Data Service'.

Acknowledgement

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A Study on the Estimation of Contribution Rate of Odour Substances Using CALPUFF model

*Woo-Sik JUNG[1], Woo-Gon Do[2]

1. Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea, 2. Busan Metropolitan City of Institute of Health and Environment Busan, Korea

The environmental odours produced by anthropogenic origin according to urbanization and industrialization continue to increase. These odours cause mental and physiological stress and have a variety of adverse health effects, including nausea, headaches, loss of appetite, gastrointestinal disorders, difficulty in breathing, and allergy. Therefore, the odours are degrading the quality of life for residents in nearby residential areas, causing health hazards and eventually causing economic loss in the community. Miscellaneous approaches are used internationally within odour regulatory systems, with methods and tools for management and control supported by ambient air odour concentration and individual chemicals(maximum impact standard); fixed and variable separation distances(separation distance standard); maximum emission rate for odours and individual chemicals(maximum emission standard); number of complaints or annoyance level(maximum annoyance standard); best available technologies e BAT (technology standard). However, the occurrence of odors is a very local issue that reflects the characteristics of individual sources and the subjective impact of nearby residents. Therefore, prior to these regulations, it is very important to assess the impact of individual emissions quantitatively. The CALPUFF model is a typically used model for assessing the dispersion of air pollutants or odours in various research institutes, including the U.S. EPA. This model is an optimal method for calculating the contribution rate of individual emission sources in area where odour sources are concentrated. In this study, the CALPUFF model was used to identify the contribution rate of the four adjacent emission facilities to the surrounding areas in Saenggok Industrial Complex located in Saenggok-dong, Gangseo-gu, Busan in Korea. In order to estimate the contribution rate of individual emission sources, the predicted odour concentration of each emission source was calculated respectively(S1-S4). Next, the predicted odour concentration was calculated considering four emission sources together(Base). Finally, the contribution rates of individual emission sources within the modeling domain were calculated as the ratio of S1-S4 to Base. The amount of area sources in each emission facility was indirectly calculated using the concentration measured near the emission facility. Meterological input data produced by applying the results of the WRF model to the CALMET model. As a result of the CALPUFF model, the contribution rate of sludge treatment facility was the highest at 76%, and the rest of the facilities were shown to contribute about 10% to the surrounding area.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

Keywords: Odour, CALPUFF

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A Study on the Estimation of Contribution Rate of Odour Substances Using CALPUFF model

Woo-Sik Jung*, Woo-Gon Do,

*Dept. of Atmospheric Environment Information Engineering, Inje University, Gimhae, Korea
Busan Metropolitan City of Institute of Health and Environment Busan, Korea

The environmental odours produced by anthropogenic origin according to urbanization and industrialization continue to increase. These odours cause mental and physiological stress and have a variety of adverse health effects, including nausea, headaches, loss of appetite, gastrointestinal disorders, difficulty in breathing, and allergy. Therefore, the odours are degrading the quality of life for residents in nearby residential areas, causing health hazards and eventually causing economic loss in the community. Miscellaneous approaches are used internationally within odour regulatory systems, with methods and tools for management and control supported by ambient air odour concentration and individual chemicals(maximum impact standard); fixed and variable separation distances(separation distance standard); maximum emission rate for odours and individual chemicals(maximum emission standard); number of complaints or annoyance level(maximum annoyance standard); best available technologies e BAT (technology standard). However, the occurrence of odors is a very local issue that reflects the characteristics of individual sources and the subjective impact of nearby residents. Therefore, prior to these regulations, it is very important to assess the impact of individual emissions quantitatively. The CALPUFF model is a typically used model for assessing the dispersion of air pollutants or odours in various research institutes, including the U.S. EPA. This model is an optimal method for calculating the contribution rate of individual emission sources in area where odour sources are concentrated. In this study, the CALPUFF model was used to identify the contribution rate of the four adjacent emission facilities to the surrounding areas in Saenggok Industrial Complex located in Saenggok-dong, Gangseo-gu, Busan in Korea. In order to estimate the contribution rate of individual emission sources, the predicted odour concentration of each emission source was calculated respectively(S1-S4). Next, the predicted odour concentration was calculated considering four emission sources together(Base). Finally, the contribution rates of individual emission sources within the modeling domain were calculated as the ratio of S1-S4 to Base. The amount of area sources in each emission facility was indirectly calculated using the concentration measured near the emission facility. Meterological input data produced by applying the results of the WRF model to the CALMET model. As a result of the CALPUFF model, the contribution rate of sludge treatment facility was the highest at 76%, and the rest of the facilities were shown to contribute about 10% to the surrounding area.

Acknowledgement

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地表ガス成分濃度の急減少 ～3次元走査型コヒーレントドップラーライダーによる風観測と地上ガス成分観測～

Stepwise decrease in atmospheric trace gases near the ground associated with rapid vertical mixing observed by 3-D coherent Doppler lidar and in-situ gas measurements

*高島 久洋[1]、原 圭一郎[1]、大平 湧貴[1]、高見 昭憲[2]、吉野 彩子[2]、藤吉 康志[3]
*Hisahiro Takashima[1], Keiichiro Hara[1], Yuki Ohira[1], Akinori Takami[2], Ayako Yoshino[2], Yasushi Fujiyoshi[3]

1. 福岡大学理学部、2. 国立環境研究所 、3. 北海道大学
1. Fukuoka University, 2. National Institute for Environmental Studies, 3. Hokaido University

Stepwise decreases, which occur over several minutes, in nitrogen oxides (NOx) and carbon monoxide (CO) concentrations, in which the main source of these gases is supposed to be near the surface, are sometimes observed in Fukuoka, urban site in Japan, during the summer-winter seasons. In the most cases, ozone (O_3) content, which could be higher at higher altitudes, increases. Wind observations by 3-D coherent Doppler lidar suggest there is a thin surface layer (up to ~50-300 m thickness) near the ground before the stepwise change, and then rapid vertical mixing associated with the local meteorological system occurs. The surface thin layer plays a role as a cover of pollutants near the ground, and the vertical mixing within the boundary layer rapidly dilutes/reduces the pollutant contents near the ground.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

福岡都市圏における二酸化窒素（NO_2）の時空間変動 ～小型装置を用いたMAX-DOAS法による多地点分光観測～

Spatiotemporal variations of nitrogen dioxide (NO_2) over Fukuoka , observed by multiple MAX-DOAS instruments and 3-D coherent Doppler lidar

*植木 洸亘[1]、高島 久洋[1]、Martina Friedrich[2]
*Hironobu Ueki[1], Hisahiro Takashima[1], Martina M. Friedrich[2]

1. 福岡大学理学部地球圏科学科、2. Belgian Institute for Space Aeronomy (BIRA-IASB)
1. Fukuoka university, 2. Belgian Institute for Space Aeronomy (BIRA-IASB), Belgium

福岡都市圏における二酸化窒素（NO_2）の3次元的な時空間変動を調べるために、MAX-DOAS（Multi AXis Differential Optical Absorption Spectroscopy）法というリモートセンシング観測手法を用いて、2018年10月～2019年1月の期間、都市部から海側を観測する2地点（薬院（33.580˚N,130.396˚E）、祖原（33.580˚N,130356˚E））と、都市部から約4 kmほど離れ都市部の方向を観測する1地点（福岡大学（33.550˚N,130.364˚E））において、高時間分解能（4分）でNO_2の鉛直分布を観測した。

快晴で雲が少ない11月29日について詳細な解析を行ったところ、7時～10時ごろまでは地表付近でNO_2濃度が高く、その後10時30分ごろから約1時間かけてNO_2濃度の極大域が上空へ移動していた。また海側では13時30分頃からNO_2濃度が境界層内全体で減少し、その約30分後都市部でも境界層内全体でNO_2濃度が減少していた。3次元コヒーレントドップラーライダーを用いて風の3次元分布を調べたところ、10～13時頃にベナール対流のような流れがあり、14時以降には海風が卓越していた。これらのことから、11時ごろNO_2濃度が高い空気塊が境界層内を鉛直輸送され、その後14時以降に海風により清浄な大気が南方方向に水平輸送されたと示唆された。

キーワード：MAX-DOAS
Keywords: MAX-DOAS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

対流圏二酸化窒素の三酸素同位体組成定量
Measurement on the ^{17}O-excess of tropospheric nitrogen oxides

*中川 書子[1]、丁 トウ[1]、角皆 潤[1]、山口 高志[2]、野口 泉[2]
*Fumiko Nakagawa[1], Dong Ding[1], Urumu Tsunogai[1], Takashi Yamaguchi[2], Izumi Noguchi[2]

1. 名古屋大学 大学院環境学研究科、2. 北海道立総合研究機構 環境科学研究センター
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. Institute of Environment Sciences, Hokkaido Research Organization

二酸化窒素（NO_2）は、対流圏や成層圏での化学反応を駆動する光化学オキシダントの濃度に影響を与える重要な微量気体成分である。その多くは、まずNOとして大気中に排出され、NOがHO_2やO_3などと反応してNO_2となる。NO_2は、大気中でさらにHNO_3に酸化されて大気から除去されるが、その反応経路は日射量や温度などを反映して変化する。この反応経路を明らかにすることは、大気中に放出されたNOの寿命や放出から沈着までの輸送距離を考える上で不可欠である。近年、三酸素同位体異常(Δ^{17}O値) を指標に用いることで、NOからHNO_3への光化学反応経路が解析できることが明らかになってきた(Michalski et al., 2003; Tsunogai et al., 2010; Nelson et al., 2018)。これは、Δ^{17}O値がO_3生成反応などの特殊な反応でのみ変化し、一般の反応では変化しないため、HNO_3のΔ^{17}O値よりNOからHNO_3へ至る反応経路上で加わったO_3由来のO原子数の情報を引き出すことができるからである。ただし、過去の報告で使用されているNO_2のΔ^{17}O値は実測値ではなく、あくまでもモデルから推定されたものであった(Michalski et al., 2003; Morin et al., 2009)。そのため、NO_2のΔ^{17}O値を定量することは一つの大きな課題であった。また、NO_2は、HNO_3となる以外に、不均一反応やフミン酸などとの反応を経由して、HONOにも還元されることが知られている(Finlayson-Pitts et al., 2003; Stemmler et al., 2006; Kleffmann, 2007)。HONOは、光分解してOHラジカルを放出するなど多様な反応を駆動するため、HONOの起源や大気中での挙動を把握することは非常に重要である。近年、HONOのΔ^{17}O値定量法が確立され、大気中HONOの起源解明の指標として活用され始めたが、HONOの前駆物質の1つであるNO_2のΔ^{17}O値が測定できないことから、誤差の大きい解析しか出来なかった。

そこで本研究ではNO_2のΔ^{17}O値を定量する手法を開発した。NO_2の捕集には、HONO捕集用のフィルターパック法（野口他, 2007）にNO_2捕集用のフィルター（トリエタノールアミン（TEA）含浸フィルター）を加えることによって行った。NO_2はTEA含浸フィルター上にNO_2^-態として集め、これをアジ化水素と反応させることによってN_2Oに還元し、さらに熱分解によってO_2に変換し、そのΔ^{17}O値を定量することでNO_2のΔ^{17}O値を定量した。開発した手法を用いて、名古屋市と札幌市でNO_2とHONOのΔ^{17}O値を定量するための観測を数回行った。その結果、NO_2のΔ^{17}O値は日出と共に上昇し、正午前後に最大になり、その後減少し続けて日出直前に最小になる時間変動を示した。また、HONOのΔ^{17}O値も同様の時間変動を示したことから、NO_2はHONOの主要発生源の1つであることが考えられた。また、札幌市のHONOは名古屋市と比べると、有意に低いΔ^{17}O値を示したことから、札幌はNO由来のHONOの寄与が大きいと考えられた。

キーワード：窒素酸化物、対流圏、三酸素同位体組成
Keywords: nitrogen oxides, troposphere, triple oxygen isotope

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

陸別高分解能FTIRによる大気汚染物質の対流圏カラム平均混合比の長期変動観測

Long-term measurements of the column-averaged mixing ratios of tropospheric substances related to the air pollution using ground-based FTIRs at Rikubetsu, Japan

*長浜 智生[1]、森野 勇[2]、中西 慎吾[1]
*Tomoo Nagahama[1], Isamu Morino[2], Shingo Nakanishi[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 国立環境研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. National Institute for Environmental Studies

反応性の高い揮発性有機物（VOCs）等の炭素化合物から生じる様々な大気汚染物質は、発生源付近で深刻な大気質の低下を招くだけでなく、化学変化しながら遠隔地に輸送され、都市域とその周辺の大気質にまで影響を与えるため、大気質を保全する上で大きな問題として注目されている。特に森林火災や生物起源のVOCを起源とするHCHOやHCOOHは寿命が数日以内で、発生源近傍に分布することからその分布と時間変動は発生源と全球の環境への影響とを関連付ける上での重要な鍵となる。そこで我々は、北海道陸別町に設置した高分解能フーリエ変換型赤外分光器（FTIR）（Bruker社 IFS120M及びIFS120/5HR）による太陽光吸収スペクトルデータから対流圏大気汚染関連物質の高度分布を求め、それらの時間変動から長期にわたる大気質変動の特徴とその影響を理解する研究を進めている。陸別町における観測は、名古屋大学宇宙地球環境研究所と国立環境研究所は共同して行っている。観測波長は3~15 μmの領域で、波数分解能0.0035 cm^{-1}でスペクトルを取得し、解析ソフトウエアSFIT4 (version 0.944)を用いて各種大気微量成分の高度分布解析を行っている。これまでにO_3、CH_4、C_2H_6、N_2O、CO、HCN、HCHO、HCOOH、C_2H_2、CH_3OH等のカラム全量と対流圏平均混合比の解析を進めており、それらの季節変動と1995年から2018年までの長期変化を得た。観測から得られた対流圏カラム平均混合比の季節変動は微量成分ごとに異なる。O_3、C_2H_6、COは3-4月に最大となるのに対して、HCHOは７月、HCNは５月と８月にピークとなった。これらは各微量成分の生成・消滅過程を反映したものであり、特に寿命が短いHCHOは森林火災だけでなく夏期の生物起源VOCの酸化を反映したものと考えられる。

発表では各種微量成分の時間変動の詳細とともに、これらの全球の環境への影響等について議論する。

キーワード：大気汚染物質、カラム平均混合比、赤外分光法、季節変動、長期変動
Keywords: Air pollutants, Column-averaged mixing ratio, Infrared spectroscopy, Seasonal variation, Long-term trend

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Impacts of Biogenic and Anthropogenic Emissions on Summertime Ozone Formation in the Guanzhong Basin, China

*Nan Li[1]

1. Nanjing University of Information Science & Technology

This study is the first attempt to understand the synergistic impact of anthropogenic and biogenic emissions on summertime ozone (O_3) formation in the Guanzhong (GZ) basin where Xi’ an, the oldest and the most populous city (with a population of 9 million) in the northwest China, is located. Month-long (August 2011) WRF-Chem simulations with different sensitivity experiments were conducted and compared with near-surface measurements. Biogenic volatile organic compounds (VOCs) concentrations were characterized from 6 surface sites among the Qinling Mountains, and urban air composition was measured in the Xi’ an city at a tower 100 m above the surface. The WRF-Chem control experiment reasonably reproduced the magnitudes and variations of observed O_3, VOCs, NO_x, $PM_{2.5}$ and meteorological parameters, with normalized mean biases for each parameter within ±21%. Subsequent analysis employed the factor separation approach (FSA) to quantitatively disentangle the pure and synergistic impacts of anthropogenic and/or biogenic sources on summertime O_3 formation. The impact of anthropogenic sources alone was found to be dominant for O_3 formation. Although anthropogenic particles reduced NO_2 photolysis by up to 60%, the anthropogenic sources contributed 19.1 ppb O_3 formation on average for urban Xi’ an. The abundant biogenic VOCs from the nearby forests promoted O_3 formation in urban areas by interacting with the anthropogenic NO_x. The calculated synergistic contribution (from both biogenic and anthropogenic sources) was up to 14.4 ppb in urban Xi’ an, peaking in the afternoon. Our study reveals that the synergistic impact of individual source contributions to O_3 formation should be considered in the formation of air pollution control strategies, especially for big cities in the vicinity of forests.

Keywords: ozone, biogenic volatile organic compounds, WRF-Chem

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

インドネシア・ジャカルタ大都市圏周辺における温室効果ガス・大気汚染物質の総合観測プロジェクト

Comprehensive monitoring project of greenhouse gases and air pollutants around Jakarta megacity in Indonesia

*西橋 政秀[1]、向井 人史[1]、寺尾 有希夫[1]、橋本 茂[1]、Rizaldi Boer[2]、Muhammad Ardiansyah[2]、Bregas Budianto[2]、Gito Sugih Immanuel[2]、Adi Rakhman[2]、Rudi Nugroho[3]、Nawa Suwedi[3]、Agus Rifai[3]、Iif Miftahul Ihsan[3]、Anies Marufatin[3]、Albert Sulaiman[3]、Dodo Gunawan[4]、Eka Suharguniyawan[4]、Asep Firman Ilahi[4]、Muharam Syam Nugraha[4]、Ronald Christian Wattimena[4]、Bayu Feriaji[4]、Thomas Lauvaux[5]、小田 知宏[6]

*Masahide Nishihashi[1], Hitoshi Mukai[1], Yukio Terao[1], Shigeru Hashimoto[1], Rizaldi Boer[2], Muhammad Ardiansyah[2], Bregas Budianto[2], Gito Sugih Immanuel[2], Adi Rakhman[2], Rudi Nugroho[3], Nawa Suwedi[3], Agus Rifai[3], Iif Miftahul Ihsan[3], Anies Marufatin[3], Albert Sulaiman[3], Dodo Gunawan[4], Eka Suharguniyawan[4], Asep Firman Ilahi[4], Muharam Syam Nugraha[4], Ronald Christian Wattimena[4], Bayu Feriaji[4], Thomas Lauvaux[5], Tomohiro Oda[6]

1. 国立環境研究所、2. ボゴール農科大学、3. インドネシア技術評価応用庁、4. インドネシア気象気候地球物理庁、5. LSCE、6. USRA/NASA

1. National Institute for Environmental Studies, 2. Bogor Agricultural University (IPB), Indonesia, 3. Agency for the Assessment and Application of Technology (BPPT), Indonesia, 4. Meteorological, Climatological, and Geophysical Agency (BMKG), Indonesia, 5. Laboratory for Sciences of Climate and Environment (LSCE), France, 6. Universities Space Research Association/NASA Goddard Space Flight Center, USA

The emission increases of greenhouse gases (GHGs) and air pollutants in megacities have been recognized as one of the important issues as a concern for health and climate change. Jakarta, the capital city of Indonesia, including suburban cities (Bogor, Depok, Tangerang, and Bekasi; locally known as “Jabodetabek”), has a population of 32 million people and has been listed as the second largest megacity in the world and the largest megacity in Southeast Asia. Several air quality monitoring campaigns were conducted in Jakarta. However, previous studies lacked continuous high-accuracy monitoring stations due to the limitations of environmental monitoring budgets and experts. We present here a new interdisciplinary project to expand our current understanding of the interactions between emissions, air quality, and regional/global climates.

To estimate the amount of anthropogenic emissions from Jakarta megacity and compare with city activities, we developed a ground-based comprehensive monitoring system of GHGs and air pollutants controlled remotely in addition to automated start-and-stop operations during power failures. Monitoring systems were installed at Bogor (center of Bogor city), Serpong (Jakarta suburb), and Cibeureum (mountainous area) in 2016–2017. Each monitoring system consists of system control/data acquisition units controlling multiple instruments and collecting continuously and continuous monitoring instruments of CO_2, CH_4, CO, NO_x, SO_2, O_3, aerosol concentrations ($PM_{2.5}$, PM_{10}, BC) and the chemical components (NO_3^-, SO_4^{2-}) of $PM_{2.5}$ and PM_{10}, and meteorological parameters. Flask sampling of air is also performed automatically once a week to analyze N_2O, SF_6, and carbon isotopes (^{13}C, ^{14}C) in CO_2 in NIES and to validate the continuous measurement data of CO_2, CH_4, and CO.

The results show that the daytime values of CO_2, three hours averages from 12 to 15 local time, at Bogor and Serpong are 6.8 and 7.1 ppm higher than Cibeureum, respectively. These features are also presented in the other species, i.e., CO, NO_x, SO_2, $PM_{2.5}$, $PM_{10-2.5}$, and BC. Moreover, we found 5–10 ppm lower

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

values of CO_2 during daytime at Bogor and Serpong in December and January, mid-rainy season in Jakarta, compared with the other months and frequent and extremely high CH_4 enhancements during nighttime (i.e., 3 to 5 ppm) at Serpong.
We present here the temporal variability observed at three monitoring sites and some preliminary results based on high-resolution CO_2 simulations using Weather Research and Forecasting model coupled to Chemistry (WRF-Chem).

キーワード：温室効果ガス、大気汚染物質、都市観測、インドネシア
Keywords: greenhouse gases, air pollutants, urban monitoring, Indonesia

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Seasonality of short-term variations in atmospheric CH_4 observed at Hateruma and relationship with the reginal emissions from East Asia

*Yasunori Tohjima[1], Jiye Zeng[1], Tomoko Shirai[1], Akihiko Ito[1], Motoki Sasakawa[1], Toshinobu Machida[1]

1. National Institute for Environmental Studies

National Institute of Environmental Studies (NIES), Japan, has been carrying out in-situ observation of atmospheric CH_4 at Hateruma Island (HAT; lat. 24.1˚N, long. 123.8˚E) since 1996 by using a gas chromatographic system. Since HAT is in the marginal region of the East Asia, air masses from the continental region would cause elevated concentrations of a variety of species including CH_4. Such events were often observed especially during late autumn to early spring due to the Asian monsoon. In the previous studies, we revealed a secular increase in the short-term variations of CH_4 and its relationship with the emission increase from the continental China. Here, we examined the seasonality of the short-term variations of CH_4 in 1996 to 2017. First, we computed the increment of the hourly CH_4 (ΔCH_4) over the baseline, which was the smoothed averages of CH_4 below the 20 percentile in a 101-hour moving time-window. Then the standard deviation of ΔCH_4 for each month of each year was computed. The average monthly standard deviations of ΔCH_4 show rather stable values in winter (November-February, 18~20 ppb), peaks in May (28 ppb) and September (26 ppb), and a dip in July (11 ppb). We simulated ΔCH_4 by a Lagrangian particle dispersion model (LPDM) using the monthly CH_4 emission maps of Patra et al. (2009) and EDGAR v4.3.2, respectively. Although the monthly variability of the simulated ΔCH_4 based on the Patra et al. (2009) emission maps well reconstructed the observed pattern of the monthly standard deviations, that based on the EDGAR v4.3.2 emission maps showed a maximum in March, which was not consistent with the observed pattern. The simulated maximum variability in March is related to the emission peak in March of the EDGAR v4.3.2 inventory, which is attributed to the maximum emissions from agricultural and livestock sectors. The lack of the spring peak in the observation suggests that the anthropogenic CH_4 emission in March of EDGAR v4.3.2 may be overestimated.

Keywords: atmospheric CH4, short-term variation, LPDM

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A cryogen-free automated measurement system of stable carbon isotope ratio of atmospheric methane

*Taku Umezawa[1], Takuya Saito[1]

1. National Institute of Environmental Studies

Methane is an important greenhouse gas emitted from both natural and anthropogenic sources. Accurate understanding of various methane sources is needed for effective reduction of its emissions. Measurement of stable carbon isotope ratio of atmospheric methane is useful for top-down evaluation of relative contributions of various types of methane sources, because individual methane sources have characteristic isotope signatures. Isotope ratio data for atmospheric methane therefore receive increasing attention for constraining the global methane budget. To meet research community demand, it is imperative for measurement systems to achieve adequate precision and traceability as well as high measurement throughput to process number of air samples that are routinely shipped from monitoring sites to laboratory. Stable carbon isotope ratio has been measured by continuous-flow isotope ratio mass spectrometry where methane in sample air is preconcentrated in a trap filled with an adsorbent cooled by liquid nitrogen. By using a stirring cooler instead, we set up a cryogen-free measurement system, and our configuration attained reproducibility of ~0.1 per mil. This precision is comparable to those previously achieved by using liquid nitrogen; our system is however advantageous for unattended and automated measurement operation. We examined measurements for air sampled outside our laboratory, and the preliminary measurement data at ~1-hour intervals show a clear diurnal variation.

Keywords: Methane, Stable carbon isotope ratio

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Global inverse analysis of CH_4 fluxes using NICAM-TM 4D-Var

*丹羽 洋介[1,2]、伊藤 昭彦[1]、町田 敏暢[1]、笹川 基樹[1]、遠嶋 康徳[1]、梅澤 拓[1]、森本 真司[3]、青木 周司[3]、澤 庸介[2]、坪井 一寛[2]、松枝 秀和[2]、Ed Dlugokencky[4]、Christina Harth[5]、Paul Krummel[6]、Ray Langenfelds[6]、Zoe Loh[6]、Jens Mühle[5]、Simon O’Doherty[7]、Ronald Prinn[8]、Michel Ramonet[9]、Peter Salameh[5]、Colm Sweeney[4]、Ray Weiss[5]、Dickon Young[7]、Simona Castaldi[10,11]、Sergio Noce[12]、Marielle Saunois[9]、Ann Stavert[13]
*Yosuke Niwa[1,2], Akihiko Ito[1], Toshinobu Machida[1], Motoki Sasakawa[1], Yasunori Tohjima[1], Taku Umezawa[1], Shinji Morimoto[3], Shuji Aoki[3], Yousuke Sawa[2], Kazuhiro Tsuboi[2], Hidekazu Matsueda[2], Ed Dlugokencky[4], Christina Harth[5], Paul B Krummel[6], Ray L Langenfelds[6], Zoe M Loh[6], Jens Mühle[5], Simon O’Doherty[7], Ronald G Prinn[8], Michel Ramonet[9], Peter Salameh[5], Colm Sweeney[4], Ray Weiss[5], Dickon Young[7], Simona Castaldi[10,11], Sergio Noce[12], Marielle Saunois[9], Ann R Stavert[13]

1. 国立環境研究所、2. 気象研究所、3. 東北大学、4. Earth System Research Laboratory, National Oceanic and Atmospheric Administration、5. Scripps Institution of Oceanography, University of California、6. Climate Science Centre, CSIRO Oceans and Atmosphere、7. School of Chemistry, University of Bristol、8. Massachusetts Institute of Technology、9. Laboratoire des Sciences du Climat et de l’Environnement, LSCE-IPSL (CEA-CNRS-UVSQ)、10. DISTABIF, Università degli studi della Campania Luigi Vanvitelli、11. Department Landscape Design & Sustainable Ecosystems RUDN University、12. IAFES, Euro-Mediterranean Center on Climate Change、13. Global Carbon Project, CSIRO Oceans and Atmosphere
1. National Institute for Environmental Studies, 2. Meteorological Research Institute, 3. Tohoku University, 4. Earth System Research Laboratory, National Oceanic and Atmospheric Administration, 5. Scripps Institution of Oceanography, University of California, 6. Climate Science Centre, CSIRO Oceans and Atmosphere, 7. School of Chemistry, University of Bristol, 8. Massachusetts Institute of Technology, 9. Laboratoire des Sciences du Climat et de l’Environnement, LSCE-IPSL (CEA-CNRS-UVSQ), 10. DISTABIF, Università degli studi della Campania Luigi Vanvitelli, 11. Department Landscape Design & Sustainable Ecosystems RUDN University, 12. IAFES, Euro-Mediterranean Center on Climate Change, 13. Global Carbon Project, CSIRO Oceans and Atmosphere

Atmospheric methane (CH_4) is the most important greenhouse gas after carbon dioxide. Because CH_4 has a relatively short lifetime due to chemical losses in the atmosphere, it is expected that reducing CH_4 emissions would mitigate global warming in a relatively short timeframe. However, sources of atmospheric CH_4 are associated with a wide variety of processes such as fossil fuel production and consumption, agriculture, natural wetlands, and biomass burning, and our understanding of the full CH_4 budget is limited. To better understand CH_4 sources, an inverse analysis is one prominent methodology that estimates spatiotemporal variations of CH_4 sources consistent with their prior estimates and atmospheric observations within specified uncertainties. In this study, we performed a long-term inverse analysis of CH_4 fluxes with an inversion system named NICAM-TM 4D-Var (Niwa et al., 2017a,b). The inversion system is based on the atmospheric transport model NICAM-TM (Niwa et al., 2011), which has a homogeneous icosahedral grid system and mass conserving property. The horizontal model grid resolution was set to 223 km and the CH_4 flux estimation was performed at the same resolution, though some spatial error correlations were introduced. The prior flux dataset includes wetland/rice cultivation emission and soil uptake estimated by the terrestrial ecosystem model VISIT (Ito and Inatomi, 2012). The other emission categories are provided from the ongoing Global Carbon Project (GCP)–CH_4. In the inversion, several emission categories are separately estimated according to their seasonal and interannual variabilities. Compared with the prior estimates, the inverse analysis with ground-based station data estimated smaller emissions from East Asia and Europe, larger and smaller northern summer emissions from West Siberia and Hudson Bay Lowlands, respectively, and larger emissions from Bengal and Indochina areas. These

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

changes estimated by the inversion are attributed to emissions from anthropogenic categories (mainly fossil fuel related), natural wetlands, and rice cultivation, respectively. The presentation will also address the reliability of the inversion estimates using independent aircraft data and examine the independence of each category emission estimate.

References

Niwa et al. (2011), Journal of the Meteorological Society of Japan. Ser. II, 89(3), 255–268.
Ito and Inatomi (2012), Biogeoscience, 9:759-773.
Niwa et al. (2017a), Geoscientific Model Development, 10(3), 1157–1174.
Niwa et al. (2017b), Geoscientific Model Development, 10(6), 2201–2219.

Acknowledgement

This study is supported by the Environment Research and Technology Development Fund (2-1701) of the Ministry of the Environment, Japan. The authors acknowledge the Global Carbon Project–CH_4 for providing the prior flux dataset, some of which is made under the support of the RUDN project "5-100". The authors also acknowledge Doug Worthy of Environmental Canada, Juha Hatakka of Finnish Meteorological Institute, Camille Yver Kwok of Laboratoire des Sciences du Climat et de l’ Environnement, Sebastien Conil of Andra, and Kazuyuki Saito and other members of Japan Meteorological Agency for providing observational data of atmospheric CH_4. This study used observational data of Advanced Global Atmospheric Gases Experiment (AGAGE). Operations of the AGAGE network are principally supported by the NASA Upper Atmospheric Research Program in the US, by the Department for Business, Energy & Industrial Strategy (BEIS) in the UK, by the Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) and the Bureau of Meteorology (Australia) in Australia, with additional support from the National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) in the US. Yosuke Niwa sincerely thanks the members of the NICAM team for developing and maintaining the codes of NICAM.

キーワード：メタン、逆解析
Keywords: methane, inverse analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GOSAT/TANSO-FTSの熱赤外バンドの観測から得られた科学的成果
Scientific findings from observations of GOSAT/TANSO-FTS TIR band

*齋藤 尚子[1]、小坂 真悟[1]、白木 雅人[1]、小林 陽菜子[1]
*Naoko Saitoh[1], Shingo Kosaka[1], Masato Shiraki[1], Hinako Kobayashi[1]

1. 千葉大学環境リモートセンシング研究センター
1. Center for Environmental Remote Sensing

GOSAT（Greenhouse Gases Observing Satellite）は、2009年1月23日に打ち上げられて以来、10年以上にわたって温室効果ガスの観測を行っている。GOSAT搭載のTANSO-FTS（Thermal and Near Infrared Sensor for Carbon Observation-Fourier Transform Spectrometer）の熱赤外バンド（TIRバンド）は、二酸化炭素、メタン、その他の温室効果ガス濃度の高度分布を観測している。TANSO-FTSのTIRバンドのVersion 1（V1）Level 2リトリーバルアルゴリズムでは、オゾン、水蒸気、気温を二酸化炭素及びメタンのバイプロダクトとして導出している[Saitoh et al. 2016]。

TANSO-FTSのTIRバンドのV1の二酸化炭素及びメタンプロファクトのデータ質検証はすでに実施されている[Saitoh et al., 2016, 2017; Holl et al., 2016; Zou et al., 2016; Olsen et al., 2017]。まず、本研究では、評価されたバイアス補正値をTANSO-FTSのTIRバンドの二酸化炭素データに適用し、北アフリカの上部対流圏で、MOPITT（Measurement Of Pollution In The Troposphere）の一酸化炭素濃度とTANSO-FTSのTIRバンドの二酸化炭素濃度の変動を比較した。比較の結果、上空のMOPITTの一酸化炭素濃度とTANSO-FTSのTIRバンドの二酸化炭素濃度は両者とも3月から5月にかけて高くなっており、バイオマス燃焼に起因する高濃度の一酸化炭素及び二酸化炭素の空気塊が上空に輸送されたことが示唆される。

次に、TANSO-FTSのTIRバンドのV1のメタン濃度プロファイルは中低緯度の対流圏で航空機のメタン濃度プロファイルと概ね1%以内で一致していることがわかったので、本研究ではインド上空に着目し、TANSO-FTSのTIRバンドの高度層ごとのメタン濃度の変動を調べた。本研究で明らかにした高度層ごとのメタン濃度の変動はChandra et al. [2017]で示されたメタン濃度の変動と概ね同様の特徴を示していた。しかしながら、本研究のTANSO-FTSのTIRバンドのメタンデータの解析からは、下部対流圏のメタン濃度変動がカラム平均濃度（XCH_4）の季節変動に及ぼす影響が、Chandra et al. [2017]の結果と比べると、より大きいという結果になった。

本研究では、ACE-FTS （Atmospheric Chemistry Experiment-Fourier Transform Spectrometer）及びオゾンゾンデデータを用いて、TANSO-FTSのTIRバンドのV1の二酸化炭素プロダクトと同時導出されたオゾンプロファイルの検証解析を行った。TANSO-FTSのTIRバンドのオゾンデータは夏期の下部対流圏に若干バイアスがあるものの、先験値データ[MacPeters et al., 2007]と比べるとACE-FTS及びオゾンゾンデデータと概ねよい一致を示していた。TANSO-FTSのTIRバンドの最下層のリトリーバル層（地上から857 hPa）のオゾン濃度には、中国大陸で濃度が高く日本の東側に行くにつれて濃度が低くなる特徴が見られ、TANSO-FTSのTIRバンドで対流圏大気汚染物質が検知できる可能性が示された。

キーワード：二酸化炭素、メタン、オゾン、GOSAT/TANSO-FTS
Keywords: CO2, CH4, ozone, GOSAT/TANSO-FTS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南鳥島における大気中CO_2濃度および炭素・酸素安定同位体比の連続観測
Continuous measurements of atmospheric CO_2 and its $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ at Minamitorishima Island

*村山 昌平[1]、坪井 一寛[2]、石戸谷 重之[1]、松枝 秀和[2]、丹羽 洋介[3]、澤 庸介[2]、石島 健太郎[2]、古積 健太郎[4]、梅澤 研太[4]、雪田 一弥[4]、西田 重晴[4]、山本 めぐみ[4]、宇佐美 哲之[1]、森本 真司[5]
*Shohei Murayama[1], Kazuhiro Tsuboi[2], Shigeyuki Ishidoya[1], Hidekazu Matsueda[2], Yosuke Niwa[3], Yousuke Sawa[2], Kentaro Ishijima[2], Kentaro Kozumi[4], Genta Umezawa[4], Kazuya Yukita[4], Shigeharu Nishida[4], Megumi Yamamoto[4], Tetsuyuki Usami[1], Shinji Morimoto[5]

1. 国立研究開発法人産業技術総合研究所、2. 気象研究所、3. 国立研究開発法人国立環境研究所、4. 気象庁、5. 東北大学
1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), 2. Meteorological Research Institute, 3. National Institute for Environmental Studies, 4. Japan Meteorological Agency, 5. Tohoku University

The Minamitorishima (MNM; 24°17’ N, 153°59’ E) station is uniquely located to monitor background air at northern mid latitudes; the site is located on a remote coral island in the western North Pacific, about 1,950 km southeast of Tokyo. The Japan Meteorological Agency has been making long-term continuous observations of atmospheric concentrations of major greenhouse gases at MNM. For a better understanding of mechanisms governing the observed CO_2 variation, systematic measurements of atmospheric CO_2 and its $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ have been carried out at MNM by analyzing discrete flask air samples taken at the site since 2011. The existing measurement program was enhanced by initiating continuous measurements of CO_2 and its $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ using a laser spectroscopy (Off-Axis Integrated-Cavity Output Spectroscopy) in March 2018.

Sample air is drawn from an air intake mounted on a tower at 20-m height above the ground surface, and introduced into a continuous isotope analyzer (Model CCIA-48, Los Gatos Research) after removing water vapor and aerosol particles. The analyzer is calibrated hourly for the concentrations of each CO_2 isotopologue, using 3 air-based CO_2 standard gases with isotopic ratios of industrial CO_2 and different total CO_2 concentrations. The isotopic ratios of these standards were determined by a mass spectrometer, and the concentrations of each CO_2 isotopologue of the standards were obtained from the isotopic ratios. The total CO_2 concentration and its $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ of sample air are calculated from the measured concentrations of each isotopologue.

The obtained CO_2 isotopic data are scattered, and the precisions of the $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ values measured by this analyzer estimated from hourly measurements of a target gas, which is dried natural air compressed into a 48-L gas cylinder, are about 10 times and 5 times worse than those achieved by our mass spectrometer, respectively. However, the daily mean values of atmospheric $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ show day-to-day variations in concert with those of the total CO_2 concentration and prominent seasonal variations. The daily mean $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ show systematic difference from the isotopic values obtained from flask sampling on the same day. However, since the differences are almost constant, the nature of the variations are very similar in both cases.

In this presentation, results of the preliminary analyses of the daily mean CO_2, $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ data obtained from the continuous measurement will be presented. From comparison with the flask sampling results, the effectiveness of the continuous measurement will also be discussed.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Acknowledgements

We would like to thank A. Kudo and C. Abe for their technical support for our measurements. This research was supported by a grant for the Global Environmental Research Coordination System from the Ministry of the Environment, Japan.

キーワード：二酸化炭素、安定同位体比、南鳥島、連続観測
Keywords: Carbon dioxide, Stable isotopic ratio, Minamitorishima Island, Continuous measurement

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

気象庁観測所において観測された大気中ラドン濃度の変動
Variations of atmospheric Radon-222 concentration observed at JMA stations

*石島 健太郎[1]、坪井 一寛[1]、松枝 秀和[1]、澤 庸介[1]、丹羽 洋介[2,1]、眞木 貴史[1]、中村 貴[3]
*Kentaro Ishijima[1], Kazuhiro Tsuboi[1], Hidekazu Matsueda[1], Yousuke Sawa[1], Yosuke Niwa[2,1], Takashi Maki[1], Takashi Nakamura[3]

1. 気象研究所、2. 国立環境研究所、3. 気象庁
1. Meteorological Research Institute, 2. National Institute for Environmental Studies, 3. Japan Meteorological Agency

Japan Meteorological Agency (JMA) has been operating several stations to monitor atmospheric greenhouse gases since the late 1980s under the Global Atmosphere Watch programme of the World Meteorological Organization (WMO/GAW). They show synoptic, seasonal, interannual variations, and trends due to changes in atmospheric transport and source/sink strength. To know their transport from land regions, we started the monitoring of atmospheric Radon-222 (^{222}Rn) in the 2000s at the JMA stations. Because ^{222}Rn is emitted from almost only lands and chemically inert, it is useful to identify temporal variability of atmospheric greenhouse gases due to sources/sinks on land. ^{222}Rn also radioactively decays with the half-life of 3.8 days, so is widely utilized to validate regional transport of atmospheric transport model through the model-observation comparisons. Understanding such transport process is also supported by using an atmospheric transport model. We have just started to use a newly developed on-line atmospheric tracer transport model (GSAM-TM). The tracer transport process is driven by a low-resolution version (TL95) of JMA's operational global numerical weather prediction model (GSAM).
In this study, we analyze the observed and model simulated atmospheric ^{222}Rn concentration, to understand the transport process of land-origin atmospheric tracer as well as to validate the GSAM-TM. For example, the model well reproduces high ^{222}Rn peaks, which are frequently observed at Minamitorishima (MNM; 24.28˚N, 153.98˚E) and Chichijima (CCJ; 27.09˚N, 142.19˚E) in winter to spring. Especially in winter, there are many cases that a high peak is first observed at CCJ and one day after at MNM. They are mainly produced by a cold front moving eastward with dense ^{222}Rn behind the frontal line. The peak height at MNM is about two-thirds of that at CCJ. It is slightly smaller than that expected from decay by the 3.8 days half-life (about four-fifths), because dense ^{222}Rn trapped by the front is diluted mainly by diffusion while transported. The model also well reproduces such peak attenuation degree. More details and results of ^{222}Rn-age tracer simulations as well as of other JMA station will also be discussed in our presentation.

Acknowledgements. We sincerely thank all members of the JMA for operating ^{222}Rn measurement systems at JMA monitoring stations

キーワード：ラドン、GSAM-TM
Keywords: radon, GSAM-TM

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

陸別・昭和基地・つくばにおける地上FTIR観測によるフロン・代替フロン類の長期変動

Long-term variations of CFCs and HCFCs observed with ground-based FTIR spectrometers at Rikubetsu, Syowa Station, and Tsukuba since 1995

*中島 英彰[1,2]、武田 真憲[2,1]、村田 功[2]、杉田 考史[1]、長浜 智生[3]、森野 勇[1]、木名瀬 健[4]
*Hideaki Nakajima[1,2], Masanori Takeda[2,1], Isao Murata[2], Takafumi Sugita[1], Tomoo Nagahama[3], Isamu Morino[1], Takeshi Kinase[4]

1. 国立研究開発法人　国立環境研究所、2. 東北大学大学院環境科学研究科、3. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、4. 気象研究所
1. National Institute for Environmental Studies, 2. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, 3. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 4. Meteorological Research Institute

北海道陸別（43.5N, 143.8E）において1995年より、南極昭和基地(69.0S, 39.6E)において、2007, 2011, 2016年の3年間、つくば（36.1N, 140.1E）において2018年6月より、それぞれBruker社製IFS-120M及びIFS-125HR型FTIRによる太陽赤外線を光源に用いた大気微量成分の観測を行っている。本研究では、これらのFTIRで得られた赤外分光スペクトルから、各種フロン類・代替フロン類の長期変動を解析した結果について報告する。

今回特に注目したのは、フロン類のCFC-11, CFC-12、及び代替フロンのHCFC-22である。オゾン層を破壊するフロン類及び代替フロンのうちのHCFCsは1987年のモントリオール議定書で生産と消費が規制され、徐々にHCFCやHFC、さらに自然冷媒への転換が進んできている。ところが、2018年に、アジアにおける2011年以降のCFC-11の違法な生産を示唆する論文が発表された（Montzka et al., Nature, 2018）。これら、CFCs, HCFCsは地上におけるガスクロマトグラフ・質量分析計による測定のほかに、赤外分光観測によって大気中の濃度の測定が可能である。我々は、1995年からの日本におけるFTIRの観測データから、CFC-11, CFC-12, HCFC-22の高度分布と気柱全量の長期変動の様子を、SFIT4という解析ツールを用いて解析した。Figure 1にHCFC-22の上空気柱全量の値の長期変動の様子を、Figure 2に地表から8 kmまでの積算値の変動の様子を示す。気柱全量に見られる夏のピークは、対流圏界面高度の変動の結果と思われ、0～8 kmの積算値ではその変動がなくなっている様子を見てとることが出来る。このような、高度分布に関する情報を地上から得ることが出来るのは、FTIR観測の特徴の一つである。発表では、CFC-11やCFC-12の解析例や粒跡線解析の結果についても発表する。

キーワード：フロン、代替フロン、FTIR
Keywords: CFC, HCFC, FTIR

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Figure 1

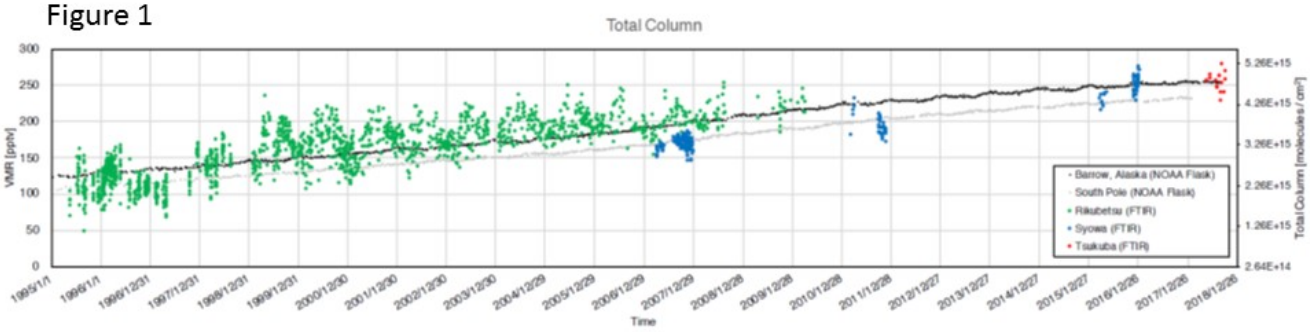
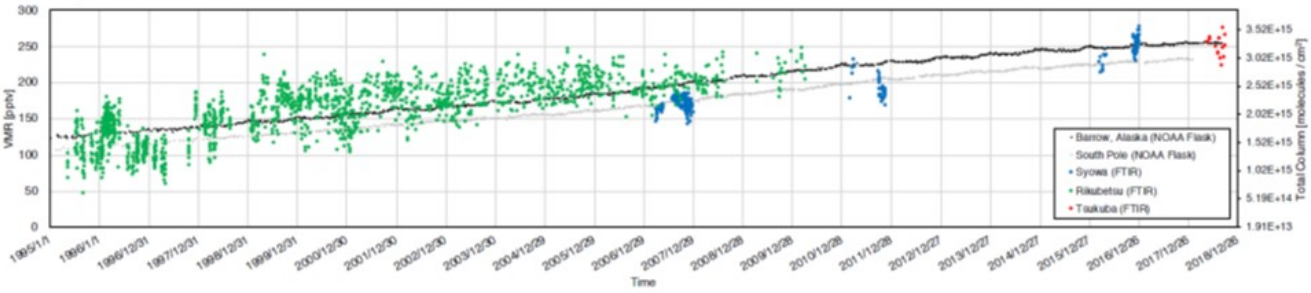


Figure 2



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南米最南端部リオガジェゴスにおける2015-2017年のミリ波成層圏オゾン観測

Millimeter-wave observation of stratospheric ozone in 2015-2017 in Rio Gallegos at the southern tip of South America

*水野 亮[1]、關 博則[1]、長浜 智生[1]、大山 博史[2]、Salvador Jacobo[3]、Orte Facundo[3]、Wolfram Elian[3]
*Akira Mizuno[1], Hironori Seki[1], Tomoo Nagahama[1], Hirofumi Ohyama[2], Jacobo Salvador[3], Facundo Orte[3], Elian Walfram[3]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 国立環境研究所、3. レーザー応用技術研究所, UNIDEF アルゼンチン
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. National Institute for Environmental Studies, 3. Laser and Applications Research Center, UNIDEF (CITEDEF-CONICET)

我々は2013年から５年間、JSTーJICA　SATREPS(地球規模課題対応国際科学技術協力)プログラムの下でチリ・アルゼンチンとの国際共同プロジェクト　SAVER-Netプロジェクトを進めてきた。このプロジェクトでは、先端的観測施設の空白域である南米地域での地上大気観測網、特にオゾン・紫外線およびエアロゾルの観測網をアルゼンチンおよびチリとの国際協力の下で整備した。南米南端部はオゾンホールがしばしば到来し、地域住民への健康影響が懸念されており、プロジェクト終了後もオゾンホール／紫外線量予測のための共同研究を進めている。

今回は南米大陸南端部に位置するアルゼンチン・リオガジェゴスの南部パタゴニア大気観測所(OAPA)に設置した名古屋大学のミリ波分光計によるオゾン観測の解析結果について報告する。解析期間は2015年4月から2016年3月と2016年9月から2017年8月の期間で、悪天候や装置トラブルを除いて約9400の１時間平均オゾン高度プロファイルを得た。オゾンホールが到来する9月および10月についてMERRA-2気象場再解析データから導出した温位、渦位、気温等と高度毎のオゾン混合比を比較した。

その結果、

・温位1000K(高度～35 km)以下では、渦位の絶対値とオゾン混合比の相関が高い。

・オゾンホールの到来に伴い、高度~25kmでは極渦空気塊の移流に伴い気温の減少、高度～35km以上では極渦の下降流に伴う気温上昇がみられる。

等の特徴が明らかになり、渦位の絶対値と気温で簡便にオゾンホール内に入ったかどうかの識別が可能であることを明らかにした。

発表では、史上３番目の面積を記録した2015年と2016年のオゾンホールをリオガジェゴスという定点から観測した場合の特徴について詳しく議論する。

キーワード：オゾンホール、ミリ波分光、南米、極渦
Keywords: ozone hole, millimeter-wave spectroscopy, South America, polar vortex

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-AS 大気科学・気象学・大気環境

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_6

[A-AS04] 大気化学

コンビーナ:中山 智喜(長崎大学　大学院水産・環境科学総合研究科)、岩本 洋子(広島大学　生物圏科学研究科)、豊田 栄(東京工業大学物質理工学院)、江口 菜穂(Kyushu University)

対流圏及び成層圏の化学・力学(輸送、物質循環)過程、大気圏と他圏（例えば生物圏）との相互作用に関する研究発表を中心に募集する。バックグラウンド大気から都市大気、数値モデル・観測・リモートセンシング・実験室的研究、ガス・エアロゾル研究の全てを対象とする。日本大気化学会を中心として開催するが、他の学協会会員による大気化学関連の発表や、分野の境界領域に位置する発表も大いに歓迎し、広い視野から大気化学を議論したい。なお、スライドおよびポスターの作成言語は英語が望ましい。

[AAS04-P01] ひまわり8号データを用いたGOSAT衛星の雲判定精度の検証

*北村 克樹[1]、齋藤 尚子[2] (1.千葉大学大学院融合理工学府地球環境科学専攻、2.千葉大学環境リモートセンシング研究センター)

[AAS04-P02] 日本森林で産するキノコ胞子の氷晶核化温度測定

*北 和之[1]、佐々木 完斉[1]、南 光太郎[1]、木名瀬 健[2]、足立 光司[2]、財前 祐二[2]、保坂 健太郎[3]、牧 輝弥[4]、五十嵐 康人[1,5] (1.茨城大学、2.気象研究所、3.国立科学博物館、4.金沢大学、5.京都大学)

[AAS04-P03] **Investigation of Atmospheric Aerosol Particles and gases by R/V Mirai cruise over the Arctic Ocean on 2017**

*竹谷 文一[1]、加藤 咲[1,2]、宮川 拓真[1]、滝川 雅之[1]、山口 将大[1]、高島 久洋[1,2]、Petr Mordovskoi[1]、金谷 有剛[1] (1.海洋研究開発機構、2.福岡大学)

[AAS04-P04] Characterization of carbonaceous aerosols in East Asia in the spring of 2015: Importance of non-fossil fuel sources

*宮川 拓真[1]、駒崎 雄一[1]、竹谷 文一[1]、潘 小楽[2]、王 自発[2]、金谷 有剛[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.中国科学院大気物理研究所)

[AAS04-P05] **Analyzing the influence of biomass burning on ambient air pollution in mainland Southeast Asia from 2001 to 2016**

*Shuai Yin[1] (1.National Institute for Environmental Studies)

[AAS04-P06] High-resolution and multi-year inventory of mercury emissions from biomass burning in tropical continents during 2001–2017

*Yusheng Shi[1] (1.Aerospace Information Research Institute, Chinese Academy of Sciences)

[AAS04-P07] Simultaneous observations by sky radiometer and MAX-DOAS for characterization of biomass burning plumes in central Thailand in January-April 2016

*入江 仁士[1]、Syedul Hoque[1]、Alessandro Damiani[1]、Al Fatmi[1]、Pradeep Khatri[2]、高村 民雄[1]、Thanawat Jarupongsakul[3] (1.千葉大学、2.東北大学、3.チュラロンコン大学)

[AAS04-P08] Quantifying PM2.5 from long-range transport and local pollution in Taiwan during winter monsoon.

*Ming-Tung Chuang[1] (1.Research Center for Environmental Changes, Academia Sinica)

[AAS04-P09] 長崎県雲仙岳周辺での小型センサを用いた$PM_{2.5}$の高度依存性の観測

*中山 智喜[1]、上野 彩音[1]、鐘ヶ江 健太[1]、河本 和明[1]、馬越 孝道[1]、山崎 高幸[2]、岡本 渉[2]、松見 豊[2] (1.長崎大学環境科学部、2.名古屋大学　宇宙地球環境研究所)

[AAS04-P10] Observation of NPF events at the summit of Mt. Fuji during daytime and nighttime

*五十嵐 博己[1]、佐藤 丈徳[1]、森 樹大[1]、三浦 和彦[1]、岩本 洋子[2]、和田 龍一[3]、加藤 俊吾[4]、大河内 博[5] (1.東京理科大学、2.広島大学、3.帝京科学大学、4.首都大学東京、5.早稲田大学)

[AAS04-P11] 大気中金属粒子のICP-MS観測とTEMによる個別粒子解析

*木名瀬 健[1]、足立 光司[1]、梶野 瑞王[1]、林 政彦[2]、原 圭一郎[2] (1.気象研究所、2.福岡大学)

[AAS04-P12] 単一粒子光消散法を用いた複素屈折率測定装置での実験結果

*高砂 裕也[1] (1.東京大学大学院　理学系研究科)

[AAS04-P13] **Evaluation of BC and CO emission inventory based on long-term in-situ observations over East Asia**

*Choi Yongjoo[1]、Kanaya Yugo [1]、Shin Hye-Jung [2]、Park Seung-Myong [2]、Matsuki Atsushi [3]、Sadanaga Yasuhiro[4]、Kim Sang-woo [5]、Uno Itsushi [6]、Pan Xiaole [7] (1.Development Center for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、2.Division of Climate & Air Quality Research, National Institute of Environmental Research, Korea、3.Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University、4.Department of Applied Chemistry, Graduate School of Engineering, Osaka Prefecture University、5.School of Earth and Environmental Sciences, Seoul National University, Seoul, Korea、6.Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University、7.Institute of Atmospheric Physics, CAS, Beijing, China)

[AAS04-P14] **Inverse modeling of black carbon emissions over China using ensemble data assimilation**

*Ping Wang[1] (1. Chinese Academy of Meteorological Sciences)

[AAS04-P15] 逆推計を用いた東アジアにおけるBC排出量推定

*眞木 貴史[1]、田中 泰宙[1]、大島 長[1]、関山 剛[1]、近藤 圭一[1]、黒川 純一[2]、弓本 桂也[3]、大原 利眞[4] (1.気象研究所、2.アジア大気汚染研究センター、3.九州大学、4.国立環境研究所)

[AAS04-P16] 化学気候モデルによる北太平洋及び北極海における黒色炭素の起源推定と混合状態の考察

*大西 貴都[1]、須藤 健悟[1,2]、金谷 有剛[2]、竹谷 文一[2] (1.名古屋大学　大学院環境学研究科、2.海洋研究開発機構)

[AAS04-P17] $PM_{2.5}$モバイル計測器の性能評価と国道1号線および長崎大学周辺での測定

*鐘ヶ江 健太[1]、山崎 高幸[2]、岡本 渉[2]、松見 豊[2]、中山 智喜[1] (1.長崎大学、2.名古屋大学)

[AAS04-P18] Analysis on the Relationship between the Concentration of Particulate Matter and Mortality from Respiratory and Cardiovascular Diseases

*Woo-Sik JUNG[1]、Woo-Gon Do[2] (1.Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea、2.Busan Metropolitan City of Institute of Health and Environment Busan, Korea)

[AAS04-P19] A Study on the Estimation of Contribution Rate of Odour Substances Using CALPUFF model

*Woo-Sik JUNG[1]、Woo-Gon Do[2] (1.Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea、2.Busan Metropolitan City of Institute of Health and Environment Busan, Korea)

[AAS04-P20] 地表ガス成分濃度の急減少 ～3次元走査型コヒーレントドップラーライダーによる風観測と地上ガス成分観測～

*高島 久洋[1]、原 圭一郎[1]、大平 湧貴[1]、高見 昭憲[2]、吉野 彩子[2]、藤吉 康志[3] (1.福岡大学理学部、2.国立環境研究所 、3.北海道大学)

[AAS04-P21] 福岡都市圏における二酸化窒素（NO_2）の時空間変動
～小型装置を用いたMAX-DOAS法による多地点分光観測～

*植木 洸亘[1]、高島 久洋[1]、Martina Friedrich[2] (1.福岡大学理学部地球圏科学科、2.Belgian Institute for Space Aeronomy (BIRA-IASB))

[AAS04-P22] 対流圏二酸化窒素の三酸素同位体組成定量

*中川 書子[1]、丁 トウ[1]、角皆 潤[1]、山口 高志[2]、野口 泉[2] (1.名古屋大学 大学院環境学研究科、2.北海道立総合研究機構 環境科学研究センター)

[AAS04-P23] 陸別高分解能FTIRによる大気汚染物質の対流圏カラム平均混合比の長期変動観測

*長浜 智生[1]、森野 勇[2]、中西 慎吾[1] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.国立環境研究所)

[AAS04-P24] Impacts of Biogenic and Anthropogenic Emissions on Summertime Ozone Formation in the Guanzhong Basin, China

*Nan Li[1] (1.Nanjing University of Information Science & Technology)

[AAS04-P25] **インドネシア・ジャカルタ大都市圏周辺における温室効果ガス・大気汚染物質の総合観測プロジェクト**

*西橋 政秀[1]、向井 人史[1]、寺尾 有希夫[1]、橋本 茂[1]、Rizaldi Boer[2]、Muhammad Ardiansyah[2]、Bregas Budianto[2]、Gito Sugih Immanuel[2]、Adi Rakhman[2]、Rudi Nugroho[3]、Nawa Suwedi[3]、Agus Rifai[3]、Iif Miftahul Ihsan[3]、Anies Marufatin[3]、Albert Sulaiman[3]、Dodo Gunawan[4]、Eka Suharguniyawan[4]、Asep Firman Ilahi[4]、Muharam Syam Nugraha[4]、Ronald Christian Wattimena[4]、Bayu Feriaji[4]、Thomas Lauvaux[5]、小田 知宏[6] (1.国立環境研究所、2.ボゴール農科大学、3.インドネシア技術評価応用庁、4.インドネシア気象気候地球物理庁、5.LSCE、6.USRA/NASA)

[AAS04-P26] **Seasonality of short-term variations in atmospheric CH_4 observed at Hateruma and relationship with the reginal emissions from East Asia**

*Yasunori Tohjima[1]、Jiye Zeng[1]、Tomoko Shirai[1]、Akihiko Ito[1]、Motoki Sasakawa[1]、Toshinobu Machida[1] (1.National Institute for Environmental Studies)

[AAS04-P27] A cryogen-free automated measurement system of stable carbon isotope ratio of atmospheric methane

*Taku Umezawa[1]、Takuya Saito[1] (1.National Institute of Environmental Studies)

[AAS04-P28] Global inverse analysis of CH_4 fluxes using NICAM-TM 4D-Var

*丹羽 洋介[1,2]、伊藤 昭彦[1]、町田 敏暢[1]、笹川 基樹[1]、遠嶋 康徳[1]、梅澤 拓[1]、森本 真司[3]、青木 周司[3]、澤 庸介[2]、坪井 一寛[2]、松枝 秀和[2]、Ed Dlugokencky[4]、Christina Harth[5]、Paul Krummel[6]、Ray Langenfelds[6]、Zoe Loh[6]、Jens Mühle[5]、Simon O'Doherty[7]、Ronald Prinn[8]、Michel Ramonet[9]、Peter Salameh[5]、Colm Sweeney[4]、Ray Weiss[5]、Dickon Young[7]、Simona Castaldi[10,11]、Sergio Noce[12]、Marielle Saunois[9]、Ann Stavert[13] (1.国立環境研究所、2.気象研究所、3.東北大学、4.Earth System Research Laboratory, National Oceanic and Atmospheric Administration、5.Scripps Institution of Oceanography, University of California、6.Climate Science Centre, CSIRO Oceans and Atmosphere、7.School of Chemistry, University of Bristol、8.Massachusetts Institute of Technology、9.Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, LSCE-IPSL (CEA-CNRS-UVSQ)、10.DISTABIF, Università degli studi della Campania Luigi Vanvitelli、11.Department Landscape Design & Sustainable Ecosystems RUDN University、12.IAFES, Euro-Mediterranean Center on Climate Change、13.Global Carbon Project, CSIRO Oceans and Atmosphere)

[AAS04-P29] GOSAT/TANSO−FTSの熱赤外バンドの観測から得られた科学的成果

*齋藤 尚子[1]、小坂 真悟[1]、白木 雅人[1]、小林 陽菜子[1] (1.千葉大学環境リモートセンシング研究センター)

[AAS04-P30] **南鳥島における大気中CO_2濃度および炭素・酸素安定同位体比の連続観測**

*村山 昌平[1]、坪井 一寛[2]、石戸谷 重之[1]、松枝 秀和[2]、丹羽 洋介[3]、澤 庸介[2]、石島 健太郎[2]、古積 健太郎[4]、梅澤 研太[4]、雪田 一弥[4]、西田 重晴[4]、山本 めぐみ[4]、宇佐美 哲之[1]、森本 真司[5] (1.国立研究開発法人産業技術総合研究所、2.気象研究所、3.国立研究開発法人国立環境研究所、4.気象庁、5.東北大学)

[AAS04-P31] 気象庁観測所において観測された大気中ラドン濃度の変動

*石島 健太郎[1]、坪井 一寛[1]、松枝 秀和[1]、澤 庸介[1]、丹羽 洋介[2,1]、眞木 貴史[1]、中村 貴[3] (1.気象研究所、2.国立環境研究所、3.気象庁)

[AAS04-P32] 陸別・昭和基地・つくばにおける地上FTIR観測によるフロン・代替フロン類の長期変動

*中島 英彰[1,2]、武田 真憲[2,1]、村田 功[2]、杉田 考史[1]、長浜 智生[3]、森野 勇[1]、木名瀬 健[4] (1.国立研究開発法人　国立環境研究所、2.東北大学大学院環境科学研究科、3.名古屋大学宇宙地球環境研究所、4.気象研究所)

[AAS04-P33] 南米最南端部リオガジェゴスにおける2015-2017年のミリ波成層圏オゾン観測

*水野 亮[1]、關 博則[1]、長浜 智生[1]、大山 博史[2]、Salvador Jacobo[3]、Orte Facundo[3]、Wolfram Elian[3] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.国立環境研究所、3.レーザー応用技術研究所, UNIDEF アルゼンチン)

ひまわり8号データを用いたGOSAT衛星の雲判定精度の検証
Validation of GOSAT cloud judgement by using Himawari-8 data

*北村 克樹[1]、齋藤 尚子[2]
*Kitamura Katsuki[1], Naoko Saitoh[2]

1. 千葉大学大学院融合理工学府地球環境科学専攻、2. 千葉大学環境リモートセンシング研究センター
1. Chiba University Graduate School of Science and Engineering Division of Earth Environmental Science , 2. Center for Environmental Remote Sensing Chiba University

GOSAT（Greenhouse Gases Observing SATellite）搭載のTANSO（Thermal and Near−infrared Sensor for Carbon Observation）−FTS（Fourier Transform Spectrometer）の観測スペクトルから温室効果ガス濃度を導出する際、昼間はTANSO−CAI（Cloud and Aerosol Imager）、夜間はTANSO−FTSの熱赤外バンド（TIRバンド）を用いて、FTS観測視野内の雲判定を行っている。本研究では、静止気象衛星ひまわり8号搭載のAHI（Advanced Himawari Imager）のデ−タを用いて、TANSO−FTSの観測視野内の雲判定の検証を行った。

まず、2016年1月と7月の海上のTANSO−FTSの観測について、TANSO−FTSとの観測時刻差が1分以内であり、かつTANSO−FTSの観測視野内にその観測グリッドの中心が存在しているすべてのひまわり8号の観測グリッドを抽出した。次に、各グリッドについて、ひまわり8号/AHIの反射率と輝度温度に基づいて雲判定を実施し、各雲判定結果を統合してTANSO−FTSの観測視野におけるひまわり8号の雲判定結果とした。

昼間のTANSO−CAIとひまわり8号による雲判定の一致率は高い割合（約9割）を示した。約1割のTANSO−FTSの観測地点において、両者の雲判定が一致しなかった主な原因は、TANSO−CAIでは可視域の反射率のみを利用して雲判定を行っていることに対して、ひまわり8号では可視域の反射率と赤外域の輝度温度の両方を利用して雲判定を行っているためであると考えられる。一方、TANSO−FTSのTIRバンドとひまわり8号による雲判定の一致率は、TANSO−CAIとひまわり8号による雲判定の一致率より約13−20%低くなった。この一致率が悪くなる原因として、TANSO−FTSの観測視野（10.5 km）がTANSO−CAI及びひまわり8号の観測視野（0.5 km及び2 km）より広いこと、またTANSO−FTSのTIRバンドの雲判定は赤外域の輝度温度のみを用いて雲判定を行っていることが挙げられる。

さらに、GOSATによる雲判定（TANSO−CAI及びTANSO−FTSのTIRバンド）とひまわり8号による雲判定が一致しないケースについての詳細を調べた。まず、GOSATが晴れと判定しひまわり8号か曇りと判定したケースの方が大幅に多いことから、本研究のひまわり8号による雲判定が晴れに対して厳しい判定をするアルゴリズムになっていることが結果に影響していると考えられる。また、TANSO−FTSのTIRバンドが晴れと判定しひまわり8号が曇りと判定している観測地点では、TANSO−FTSの観測視野で部分的に輝度温度が低くなっているケースが複数見られたことから、TANSO−FTSの観測視野がひまわり8号の観測視野より広いため、TANSO−FTSの観測視野内の部分的な雲をTIRバンドによる雲判定では見逃している可能性があることが示唆される。

キーワード：GOSAT、ひまわり8号、雲判定、検証
Keywords: GOSAT, Himawari-8, cloud judgement, validation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本森林で産するキノコ胞子の氷晶核化温度測定
Measurement of temperature that fungal spores form ice nuclei

*北 和之[1]、佐々木 完斉[1]、南 光太郎[1]、木名瀬 健[2]、足立 光司[2]、財前 祐二[2]、保坂 健太郎[3]、牧 輝弥[4]、五十嵐 康人[1,5]
*Kazuyuki Kita[1], Kansei Sasaki[1], Koutaro Minami[1], Takeshi Kinase[2], Kouji Adachi[2], Yuji Zaizen[2], Kentaro Hosaka[3], Teruya Maki[4], Yasuhito Igarashi[1,5]

1. 茨城大学、2. 気象研究所、3. 国立科学博物館、4. 金沢大学、5. 京都大学
1. Ibaraki University, 2. Meteorological Research Laboratory, 3. National Musium of Nature and Science, 4. Kanazawa University, 5. Kyoto University

エアロゾルは上空で雲粒形成の際の凝結核・氷晶核として働く。近年、バイオエアロゾルの中に、-15℃以上と比較的高い温度で氷晶核となるものが発見され、比較的高温（低い高度）での氷晶雲・降水の発生を説明できるのではないかということで、注目されている。一般的なエアロゾルについて氷晶核能を測定した研究は数多く存在するが、多くの種類のキノコ胞子について氷晶核能を測定した研究はほとんどなく、どのような種類のキノコ胞子が比較的高温で氷晶核化するかなどまだ理解できていない。本研究では、日本の森林で発生する様々な種類のキノコ胞子について、氷晶核能の測定を行い、生物学的な分類との関係を調べた。また、氷晶の発生形態についても分類し、氷晶発生温度やプロセスに関する知見が得られないか調べた。

本研究では、主に筑波実験植物園内各種の林内で5月～10月に毎月実施されたキノコ調査で採取したキノコから胞子を捕集し、クールステージを取り付けた光学顕微鏡を用いて氷晶核化温度の測定と氷晶の発生形態の観察を行う実験を行った。また、福島県浪江町の森林で採取したキノコについても同様の実験を行った。

その結果、キノコ胞子の氷晶核化温度は種によって大きく異なり、数種類のキノコ胞子で代表させることはできないことが分かった。氷晶核化温度と生物学的分類との関係についてみると、ハラタケ目には氷晶核化温度は-15℃程度と-30℃程度の2つのグループが存在した。ベニタケ目は大きなばらつきが存在するが-20～-30℃程度、イグチ目は-30℃程度、タマチョレイタケ目は-22℃で氷晶核となった。また、氷晶の発生形態により「A：胞子が膨らんでから胞子全体から氷が成長するもの」、「B：突然胞子全体から氷が成長するもの」、「C：胞子の一部から氷が成長するもの」、「D：胞子の周りに氷が発生するもの」の4種類に分類した。例外は存在するが、Aに分類できた胞子の多くは-15℃以上と比較的高い温度で氷晶核となった。他の発生形態については氷晶核化温度との関係は明確ではない。

本研究により、様々な種のキノコ胞子の氷晶核化温度が測定され、-15℃程度の比較的高温で氷晶核化できるものがあることが分かった。比較的高温で氷晶となるキノコ胞子は、ハラタケ目に分類されるものが多く、「胞子が膨らんでから胞子全体から氷が成長する」形態をとることわかり、どういう（成分、構造など）胞子が、高温で氷晶核化するか理解するヒントになると思われる。キノコ胞子が本当に雲生成に寄与しているかを明らかにするためには、さらにキノコ胞子の上空への輸送効率や上空の環境条件で氷晶核化するかどうかを明らかにする必要がある。

キーワード：バイオエアロゾル、キノコ胞子、氷晶核
Keywords: bioaerosol, fungal spore, ice nuclei

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Investigation of Atmospheric Aerosol Particles and gases by R/V Mirai cruise over the Arctic Ocean on 2017

*竹谷 文一[1]、加藤 咲[1,2]、宮川 拓真[1]、滝川 雅之[1]、山口 将大[1]、高島 久洋[1,2]、Petr Mordovskoi[1]、金谷 有剛[1]
*Fumikazu Taketani[1], Saki Kato[1,2], Takuma Miyakawa[1], Masayuki Takigawa[1], Masahiro Yamaguchi[1], Hisahiro Takashima[1,2], Petr Mordovskoi[1], Yugo Kanaya[1]

1. 海洋研究開発機構、2. 福岡大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Fukuoka University

Atmospheric aerosol particles play an important role in Arctic climate through the absorbing and scattering of solar radiation. Also, the deposition of light-absorbing particles on the surface reduces the Earth’s albedo and accelerates snow/ice melting by absorbing the sunlight. However, the observational information has been still insufficient to assess their contribution over the Arctic region. In this study, we conducted the ship-based measurements of marine aerosol particles (black carbon (BC), and fluorescent property) and trace gases (ozone and carbon monoxide) using R/V Mirai during a cruise across the Arctic Ocean and Bering Sea (23 August –4 October 2017). The measured BC mass concentration over the Arctic Ocean in the latitudinal region > 70˚N was an overall mean value of 3.5 ±2.0 ng/m^3. This value was almost same to the levels recorded during our previous observations in the Arctic cruise on September during 2014 -2016. We captured relatively high BC mass concentration and/or CO mixing ratio events at 4 and 7-12 September 2017. The trajectory and BC property suggested that the source of BC on 4 September could be oil field at north of Alaska. We will present further analysis on the size distribution, BC mixing state, during the cruise in the presentation.

キーワード：ブラックカーボン、北極海、船上観測
Keywords: Black Carbon, Arctic Ocean, Ship-based Observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Characterization of carbonaceous aerosols in East Asia in the spring of 2015: Importance of non-fossil fuel sources

*宮川 拓真[1]、駒崎 雄一[1]、竹谷 文一[1]、潘 小楽[2]、王 自発[2]、金谷 有剛[1]
*Takuma Miyakawa[1], Yuichi Komazaki[1], Fumikazu Taketani[1], Xiaole PAN[2], Zifa Wang[2], Yugo Kanaya[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 中国科学院大気物理研究所
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Institute for Atmospheric Physics, Chinese Academy of Science

The sources of elemental (EC) and organic carbon (OC) aerosols in the spring of 2015 in Asian outflow were investigated in terms of the radiocarbon (^{14}C) for carbonaceous aerosols and organic molecular marker analyses. The contribution of fossil fuel (FF) sources to total carbonaceous aerosols (TC) significantly increased in polluted air masses with enhancements of carbon monoxide concentrations. For EC, FF sources dominated in the polluted air masses. For OC, the contributions of non-FF and non-biomass burning (BB) sources were found to be significant (comparable to or higher than those of FF sources), especially in the air masses with higher values of both the ratio of water-soluble fraction of OC (f_{WSOC}) and ^{14}C concentrations ($F^{14}C$). Positive correlation between f_{WSOC} and $F^{14}C$ indicates that the origins of TC (mainly OC) have great effects on the variabilities in the water solubility and the following climatic impacts (i.e., cloud formation process) of OC in the regional scale within the time scale of a week. Multivariate analyses using metallic and ionic tracers revealed the insights into the characteristics of classified carbonaceous aerosols in Asian outflow.

キーワード：炭素性エアロゾル、放射性炭素同位体分析、発生源解析
Keywords: Carbonaceous aerosols, Radiocarbon analysis, Source attribution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analyzing the influence of biomass burning on ambient air pollution in mainland Southeast Asia from 2001 to 2016

*Shuai Yin[1]

1. National Institute for Environmental Studies

In this study, various remote sensing data, modeling data and emission inventories were integrated to analyze the tempo-spatial distribution of biomass burning in mainland Southeast Asia and its effects on the local ambient air quality from 2001 to 2016. With such a long time span, land cover changes have been considered in dividing the biomass burning into four types: forest fires, shrubland fires, crop residue burning and other fires. The results show that the monthly average number of fire spots peaked at 34,512 in March and that the monthly variation followed a strong seasonal pattern, which was closely related to precipitation and farming activities. The four kinds of biomass burning fires presented totally different tempo-spatial distributions and forest fires and shrubland fires are more dominant than other types. Moreover, the monthly Aerosol Optical Depth (AOD), particulate matter with a diameter less than 2.5 μm ($PM_{2.5}$) and carbon monoxide (CO) concentrations also peaked in March with values of 0.62, 73.97 $\mu g/m^3$ and 426 ppb, respectively. There are significant correlations between the monthly AOD, $PM_{2.5}$, and CO concentrations and the number of fire spots. On an annual scale, we also found certain correlations between the AOD and $PM_{2.5}$ concentrations and the number of fire spots. With respect to the spatial distribution, the AOD, $PM_{2.5}$ and CO concentrations are always higher in intense biomass burning regions. Southeast Asia is one of the most populated and fastest growing economic regions in the world. Therefore, in order to objectively and accurately analyze the influence of biomass burning on local air quality over a long time span, it is imperative for this study to consider the effects of anthropogenic activities. Two anthropogenic CO_2 emission inventories, the Emission Database for Global Atmosphere Research (EDGAR) and the Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC), were used. The results further prove that biomass burning is the dominant cause of the variation in the local air quality in mainland Southeast Asia. Although government authorities have taken measures to control biomass burning, the number of fire spots did not decrease; the numbers exceeded 100,000 each year from 2012 to 2016.

Keywords: AOD, Anthropogenic emission, Biomass burning, Carbon monoxide, PM2.5

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

High-resolution and multi-year inventory of mercury emissions from biomass burning in tropical continents during 2001–2017

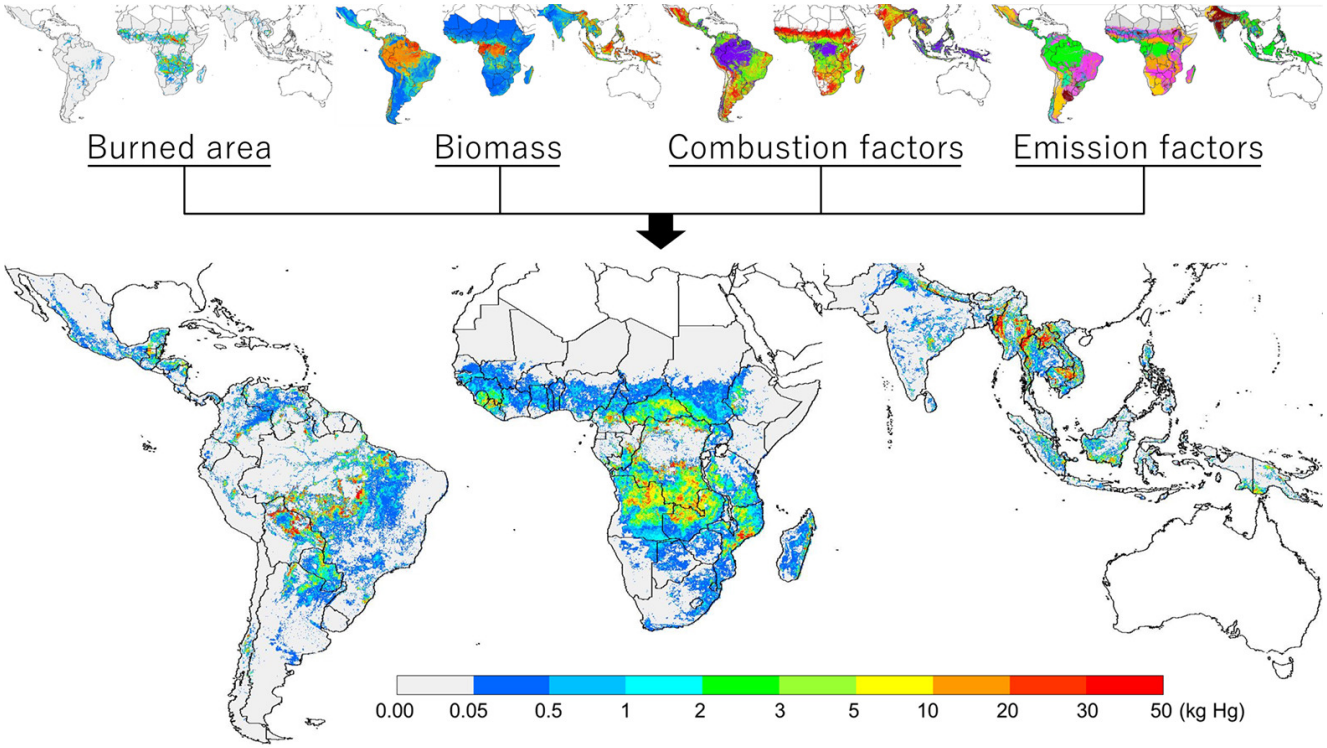
*Yusheng Shi[1]

1. Aerospace Information Research Institute, Chinese Academy of Sciences

Mercury emissions from biomass burning contribute significantly to the atmospheric mercury budget and the interannual variations of mercury concentrations in the troposphere. This study developed a high-resolution (0.1 deg) and multi-year (2001-2017) monthly inventory of mercury emissions from biomass burning in five fire types in the tropical continents (Central and South America, Africa, and South and Southeast Asia). The inventory estimates of mercury emissions from biomass burning are based on the newly released MCD61A1 version 6 Burned Area data product, satellite and observational data of biomass density, and spatial and temporal variable combustion factors. Results from the inventory demonstrated that during 2001-2017, the average annual mercury emissions from biomass burning in tropical continents was 497 Mg and ranged from 289 Mg to 681 Mg. Forest fires were the largest contributor, accounting for 61% (300 Mg) of the total mercury emissions from biomass burning, followed by fires in shrubland (30%, 151 Mg), savanna (7%, 35 Mg), peatland (1%, 6 Mg), and cropland (1%, 5 Mg). However, these proportions varied between the continents; in the Americas and Asia, the largest biomass burning emissions came from forest fires, and in Africa the largest emissions were from shrubland fires. Between the three continents, Africa released 41% of the mercury emissions from biomass burning (202 Mg $year^{-1}$), Asia released 31% (154 Mg $year^{-1}$), and the Americas released 28% (141 Mg $year^{-1}$). The total mercury emissions from biomass burning in these tropical continents exhibited strong interannual variations from 2001 to 2017, with peak emissions in March and Agust to September, and forest fires were the primary land fire type controlling the interannual variations. Soil mercury emissions released during biomass burning was determined to be 495 Mg $year^{-1}$ during 2001-2017. The biomass burning mercury emissions data in this inventory agrees with results by other studies, which suggests that it could be used as an input for atmospheric transport models.

Keywords: biomass burning, mercury emissions, forest fires, tropical continents

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Simultaneous observations by sky radiometer and MAX-DOAS for characterization of biomass burning plumes in central Thailand in January-April 2016

*入江 仁士[1]、Syedul Hoque[1]、Alessandro Damiani[1]、Al Fatmi[1]、Pradeep Khatri[2]、高村 民雄[1]、Thanawat Jarupongsakul[3]
*Hitoshi Irie[1], Syedul Hoque[1], Alessandro Damiani[1], Al Mashroor Fatmi[1], Pradeep Khatri[2], Tamio Takamura[1], Thanawat Jarupongsakul[3]

1. 千葉大学、2. 東北大学、3. チュラロンコン大学
1. Chiba University, 2. Tohoku University, 3. Chulalongkorn University

The first intensive multi-component ground-based remote sensing observations by sky radiometer and Multi-Axis Differential Optical Absorption Spectroscopy (MAX-DOAS) were performed simultaneously at the SKYNET/Phimai site located in central Thailand (15.18°N, 102.56°E) from January to April 2016. The period corresponds to the dry season associated with the intense biomass burning (BB) activity around the site. The near-surface concentration of formaldehyde (HCHO) retrieved from MAX-DOAS was found to be a useful tracer for absorption aerosols from BB plumes, when BB was the dominant sources of HCHO and absorption aerosols over other sources. As the HCHO concentration tripled from 3 to 9 ppbv, the ratio of gaseous glyoxal to HCHO concentrations in daytime decreased from ~0.04 to ~0.03, responding presumably to the increased contribution of volatile organic compound emissions from BB. In addition, clear increases in aerosol absorption optical depths (AAODs) retrieved from sky radiometer observations were seen with the HCHO enhancement. At a HCHO of 9 ppbv, AAOD at a wavelength of 340 nm reached as high as ~0.15±0.03. The wavelength dependence of AAODs at 340-870 nm was quantified by the absorption Ångström exponent (AAE), providing evidence for the presence of brown carbon aerosols at an AAE of 1.5±0.2. Thus, our multi-component observations around central Thailand are expected to provide unique constraints for understanding physical/chemical/optical properties of BB plumes.

キーワード：バイオマスバーニング、ホルムアルデヒド、グリオキサール、エアロゾル、スカイラジオメータ、MAX-DOAS
Keywords: Biomass burning, HCHO, CHOCHO, aerosol, sky radiometer, MAX-DOAS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Quantifying PM2.5 from long-range transport and local pollution in Taiwan during winter monsoon.

*Ming-Tung Chuang[1]

1. Research Center for Environmental Changes, Academia Sinica

From autumn to the following spring, annually, the northeast monsoon transports PM2.5 (particles less than
2.5 μm in aerodynamic diameter) from the Asian continent to downstream areas. Naturally, this triggered a
question: What are the contributions of PM2.5 from long-range transport (LRT) and local pollution (LP) at any
downstream location? To answer that question, the present study developed an economical and efficient method
that can easily estimate the contribution of PM2.5 from LRT (LRT-PM2.5) and PM2.5 from LP (LP-PM2.5). The
method used PM2.5 and meteorological observation data in Taiwan from 2006 to 2015 and a short-term simulation
from January to May in 2010. The analysis classified the data into three types of PM2.5 source patterns:
LRT-Event (high concentration plume at the front edge of southward moving anticyclones/strong northeast
wind), LRT-Ordinary (less concentration in common strong northeast wind), and LRT/LP Mix or Pure LP (PM2.5
was from both LRT and LP or from only LP under weak northeast wind). During the ten-year period, the average
LRT-PM2.5 values at the northern tip of Taiwan were 31–39 μgm−3, 12–16 μgm−3, and 4–13 μgm−3 for the
LRT-Event, LRT-Ordinary, and LRT/LP Mix or Pure LP patterns, respectively. The 10-year average LRT-PM2.5
and LP-PM2.5 contributions were approximately 70:30 in northern Taiwan, 50:50 in central Taiwan, and 30:70 in
southern Taiwan for the LRT-Event pattern; 60:40 in northern and 40:60 in central and southern Taiwan for the
LRT-Ordinary pattern; and 30:70 in northern and 25:75 in central and southern Taiwan for the LRT/LP Mix or
Pure LP pattern. Interestingly, LRT-PM2.5 peaked in 2013 but has decreased annually since then, whereas LPPM2.5
has roughly decreased in the past ten years.

Keywords: PM2.5, long-range transport, local pollution, CMAQ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

長崎県雲仙岳周辺での小型センサを用いた$PM_{2.5}$の高度依存性の観測
Vertical characterization of $PM_{2.5}$ based on observation using compact sensors on and around Mt. Unzen in Nagasaki Prefecture

*中山 智喜[1]、上野 彩音[1]、鐘ヶ江 健太[1]、河本 和明[1]、馬越 孝道[1]、山崎 高幸[2]、岡本 渉[2]、松見 豊[2]
*Tomoki Nakayama[1], Ayane Ueno[1], Kenta Kanegae[1], Kazuaki Kawamoto[1], Kodo Umakoshi[1], Takayuki Yamasaki[2], Wataru Okamoto[2], Yutaka Matsumi[2]

1. 長崎大学　環境科学部、2. 名古屋大学　宇宙地球環境研究所
1. Faculty of Environmental Science, Nagasaki University, 2. ISEE, Nagoya University

$PM_{2.5}$等のエアロゾル粒子は、太陽光を光吸収もしくは光散乱したり、雲凝結核として雲粒生成に関与したりすることで、放射収支を変化させ、直接もしくは間接的に気候変動に影響を及ぼしている。また、人間の体内に取り込まれると、呼吸器および循環器の疾患を引き起こすなど、その健康影響が懸念されている。日本において$PM_{2.5}$の起源として、国内の排出源の影響に加えて、アジア大陸からの越境輸送の寄与が考えられる。特に、長崎県などの九州西北部においては、冬季から春季に高濃度の$PM_{2.5}$を含む越境輸送気塊が頻繁に到達することが知られている。$PM_{2.5}$の重量濃度の測定は、環境省の常時監視局（そらまめ君）などで行われているが、人口の少ない山岳部での観測点は極めて限られている。また、大型で高価なベータ線吸収法を用いた装置を、多点観測に用いるのは難しい。我々は、最近、パナソニック株式会社と共同で個々の粒子の光散乱強度を計測することで$PM_{2.5}$の重量濃度が計測可能な小型$PM_{2.5}$センサを開発した[Nakayama et al. 2018]。

本研究では、長崎県の雲仙岳周辺で本センサを用いた$PM_{2.5}$重量濃度の観測を実施して、高度方向および東西方向の広がりおよび、その時間変動について解析した。2018年12月以降、標高20 mから1300 mの6地点に小型$PM_{2.5}$センサを設置し、1分程度の時間分解能で測定している。これまでの観測により、冬季に35 $\mu g/m^3$以上の高濃度$PM_{2.5}$が観測された際には、地上付近と高度1 km以上で概ね同程度の$PM_{2.5}$の重量濃度となる場合が多い一方、上空から清浄な気塊が流入したり、安定な境界層内に粒子が滞留したりすることで、地上付近でのみ高濃度$PM_{2.5}$が観測された事例も見られた。今後、雲仙岳から北西38 kmに設置されている国立環境研究所のライダー観測データとの比較を進める予定である。

謝辞
本観測は、雲仙市、島原市、南島原市、雲仙ロープウェイ株式会社、およびパナソニック株式会社エコソリューションズ社の協力を得て実施している。

文献

T. Nakayama, Y. Matsumi, K. Kawahito, Y. Watabe, Development and evaluation of a palm-sized optical $PM_{2.5}$ sensor, *Aerosol Sci. Technol.*, 52, 2-12, doi:10.1080/02786826.2017.1375078 (2018).

キーワード：PM2.5、越境汚染、小型センサー、山岳
Keywords: PM2.5, Transboundary Air Pollution , Compact sensor, Mountain

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Observation of NPF events at the summit of Mt. Fuji during daytime and nighttime

*五十嵐 博己[1]、佐藤 丈徳[1]、森 樹大[1]、三浦 和彦[1]、岩本 洋子[2]、和田 龍一[3]、加藤 俊吾[4]、大河内 博[5]
*Hiroki Igarashi[1], Takenori Sato[1], Tatsuhiro Mori[1], Kazuhiko Miura[1], Yoko Iwamoto[2], Ryuichi Wada[3], Shungo Kato[4], Hiroshi Okochi[5]

1. 東京理科大学、2. 広島大学、3. 帝京科学大学、4. 首都大学東京、5. 早稲田大学
1. Tokyo University of Science, 2. Hiroshima University, 3. Teikyo University of Science, 4. Tokyo Metropolitan University, 5. Waseda University

An improved understanding of a new particle formation (NPF), which is a key process controlling the spatial and temporal distributions of aerosol concentration, is needed to estimate the direct radiative forcing. However, it is difficult to quantitatively understand the mechanism of NPF because the frequency of the NPF depends on the aerosol concentration, gases, and meteorological condition. In this study, we measured number concentrations (*N*) of aerosol particles (10 to 487 nm) at the summit of Mt. Fuji (35.360˚N, 138.727˚E, 3776 m a.s.l.) between July and August during 2011-2017. We report the annual and diurnal variations of the frequency of the NPF for a long-term period. The summit of Mt. Fuji is usually located in the free troposphere and enable us to observe the long-range transport of aerosol particles. The NPF event was defined as the event that *N* increases over 1 hour for diameter smaller than 25 nm. We observed 172 NPF events (daytime and nighttime events were 90 times and 82 times, respectively) during the observation period. Most events occurred at 8 o'clock (at the peak of daytime events) and 20 to 21 o'clock (at peaks of nighttime events) in local time. In addition, the growth rate of aerosol particles was calculated. The median value of the growth rate was estimated to be 5.27 nm/h (6.03 nm/h for daytime and 4.56 nm/h for nighttime) at 40 NPF events, suggesting that aerosol particles are easily grown during daytime. Finally, using a back trajectory analysis (NOAA HYSPLIT version 4), we investigated when and where the NPF occurred. As a result, it is suggested that 62.5% of the total NPF occurred during the daytime, and the rest occurred during the nighttime (37.5%). The NPF frequently occurred during daytime over Japan although a few NPF occurred over the sea during nighttime.

キーワード：新粒子生成、富士山、夜間NPFイベント、粒径分布
Keywords: New particle formation, Mt. Fuji, Nighttime NPF event, Particle size distribution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大気中金属粒子のICP-MS観測とTEMによる個別粒子解析
Measurement of atmospheric metal particles using an ICP-MS and TEM.

*木名瀬 健[1]、足立 光司[1]、梶野 瑞王[1]、林 政彦[2]、原 圭一郎[2]
*Takeshi Kinase[1], Kouji Adachi[1], Mizuo Kajino[1], Masahiko Hayashi[2], Keiichiro Hara[2]

1. 気象研究所、2. 福岡大学
1. Meteorological Research Institute, 2. Fukuoka

大気中には金属成分を主体としたエアロゾル（以下、金属粒子）が多く存在する。これら金属粒子の中には特に強い酸化能を示すものが存在し、人体内部に沈着し、健康影響を及ぼすことが分かってきている。それらは細胞表面または細胞中にて活性酸素やラジカルを形成し、酸化ストレスを与え、細胞死やDNAの損傷を引き起こす。しかし、それぞれの金属粒子がどの程度の酸化能を有し、どの程度人体に影響を及ぼすかはまだあまりよくわかっていない。また、酸化鉄などの有色金属粒子は太陽放射を吸収し、温暖化に寄与することが示唆されている。しかしその各地点における存在量や詳細な性状については明らかにされていない。

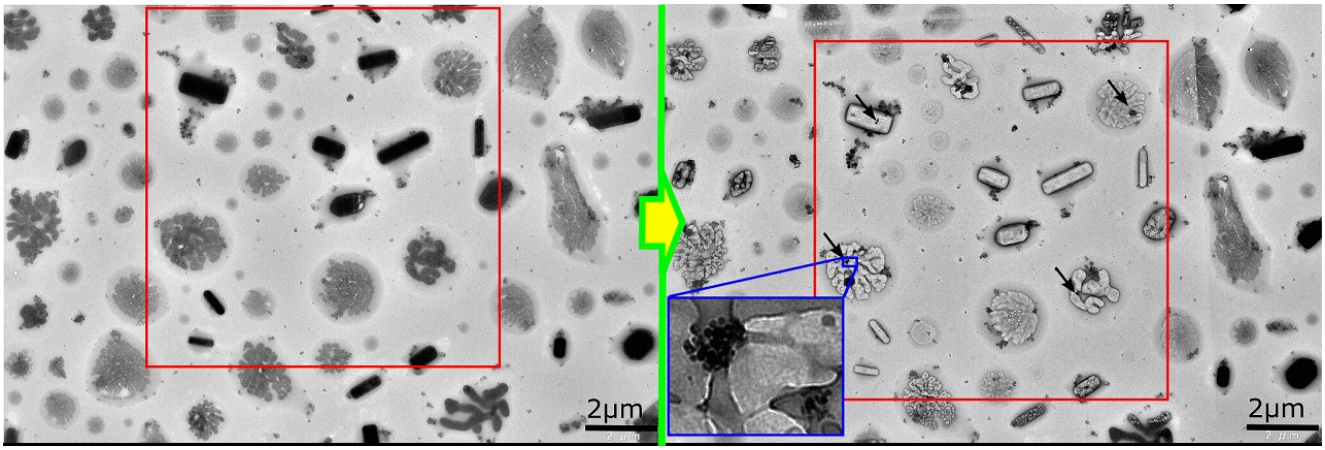
本研究では、誘導結合プラズマ質量分析計（以下ICP-MS）により大気中の金属濃度を連続測定し、同時にインパクターでグリッド上に採取したエアロゾルサンプルの透過型電子顕微鏡(TEM)、走査型透過電子顕微鏡(STEM)、エネルギー分散型X線分光法(EDS)による観察を実施した。使用したICP-MSにはガス交換機を接続しており、エアロゾルがアルゴンガス雰囲気下に置換することで、エアロゾルを直接ICP-MSに導入し、リアルタイムでの測定が可能となっている。これにより大気中金属粒子濃度の時系列変動を定量的に把握し、期間中の各種金属の増減イベントごとに観察される金属粒子の形態・組成をTEMおよびEDS-STEM分析により明らかにする。また、大気中を浮遊する金属粒子の特徴や、その混合状態についても知見を得ることを目的としている。

本観測は冬季（2018/1/17～2/8）と春季（2018/5/8～5/30）の二期間に福岡大学にて集中観測として実施した。観測の結果、両期間ともICP-MSにより複数回のイベントをとらえることができた。最も質量濃度が高い成分はFeやAlで、次いでZn、Mn、Cr、Pbが多く存在しており、増減の挙動も比較的一致していた。またMn、V、AlとFeの相関を取ると、二つの傾きが存在することが分かった。Feと挙動が一致しない成分としてはAg、Au、Mo、Tcなどがあった。ICP-MSで金属の高濃度イベントを検出した時間帯のサンプルについてTEMで観察すると、金属主体の微小な球形粒子(小さいものでは数nm)の凝集体を見つけることができた。その主たる粒子はFe、Mn、Crなどを含む粒子で、ほとんどの粒子は硫酸塩と内部混合していた。また、一つの粒子の中に複数個の細かい金属粒子が散乱して内部混合しているケースも見られた。ZnやPbを主に含む金属粒子も硫酸塩に内部混合しているが、粒子ではなく溶存体として存在するか、あるいは電子線により分解する結晶状態として観察された。

主要な金属成分以外にも、Ag、Sb、Cuなどを多く含む金属粒子も確認することができた。本研究で得られたデータは、大気中の金属粒子の挙動を理解するうえで有用となる。

キーワード：酸化能、金属粒子、ICP-MS、透過型電子顕微鏡、形態観察
Keywords: Oxidation potential, Metal particle, ICP-MS, TEM, Feature observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

単一粒子光消散法を用いた複素屈折率測定装置での実験結果
Experimental results on measuring device of complex refractive index using the single particle extinction and scattering method

*高砂 裕也[1]
*TAKASAGO YUYA[1]

1. 東京大学大学院　理学系研究科
1. Tokyo university

大気エアロゾルの種類、量の変化はアルベドを変化させ、放射収支や気候変動をもたらす。しかし現在のところその変動幅の予測精度は高くない。大気エアロゾルの種類を推定することのできる物理量として複素屈折率がある。既存の手法ではバルクごとの複素屈折率を測定する手法が主流であり、単一粒子ごとに測定する事案は少ない。粒子種ごとに複素屈折率の厳密な測定データが得られることにより粒子種別の気候変動幅の予測精度を向上させることが可能なため、複素屈折率の単一粒子ごとの測定は重要である。本研究では複素屈折率を測定する手法として単一粒子光消散法を用いた実験を行った。単一粒子光消散法とは、微粒子にレーザーを投射することにより発生する前方散乱光強度と、散乱光と入射光との干渉を測定し、それらから粒子の複素屈折率の値を推定する手法である。この手法を用いた実験装置を開発し、ポリスチレン、BC標準粒子と降水試料（沖縄、八方、福井）での実験を行った。現在は、実験から得られた前方散乱強度と入射光と散乱光の干渉データから粒子種と複素屈折率などの粒子特性を推定する逆問題を解く手法を思案中であり、機械学習のクラスタリングの手法を用いて複数種類の粒子が混ざった試料から粒子種別に分類する方法を開発中である。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Evaluation of BC and CO emission inventory based on long-term in-situ observations over East Asia

*Choi Yongjoo[1]、Kanaya Yugo [1]、Shin Hye-Jung [2]、Park Seung-Myong [2]、Matsuki Atsushi [3]、Sadanaga Yasuhiro[4]、Kim Sang-woo [5]、Uno Itsushi [6]、Pan Xiaole [7]
*Yongjoo Choi[1], Yugo Kanaya[1], Hye-Jung Shin[2], Seung-Myong Park[2], Atsushi Matsuki[3], Yasuhiro Sadanaga[4], Sang-woo Kim[5], Itsushi Uno[6], Xiaole Pan[7]

1. Development Center for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、2. Division of Climate & Air Quality Research, National Institute of Environmental Research, Korea、3. Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University、4. Department of Applied Chemistry, Graduate School of Engineering, Osaka Prefecture University、5. School of Earth and Environmental Sciences, Seoul National University, Seoul, Korea、6. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University、7. Institute of Atmospheric Physics, CAS, Beijing, China
1. Development Center for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Division of Climate & Air Quality Research, National Institute of Environmental Research, Korea, 3. Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, 4. Department of Applied Chemistry, Graduate School of Engineering, Osaka Prefecture University, 5. School of Earth and Environmental Sciences, Seoul National University, Seoul, Korea, 6. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University, 7. Institute of Atmospheric Physics, CAS, Beijing, China

Compared to carbon dioxide (CO_2), which is a major long-lived greenhouse gas, the influence of black carbon (BC) to global warming is not negligible among the short-lived components. To improve the bottom-up emission inventory for enhancing the understanding level of BC, the measured ΔBC/ΔCO ratios were compared with those from the Regional Emission inventory in Asia (REAS) version 2.1 bottom-up inventory. The measurements were conducted at two sites in Korea (Baengnyeong; 124.63˚ E, 37.97˚ N, and Gosan; 126.17˚ E, 33.28˚ N) and two sites in Japan (Noto; 137.36˚ E, 37.45˚ N, and Fukuoka; 130.47˚ E, 33.52˚ N). The instruments for measuring CO concentration are same at all sites as Model 48i (Thermo Fisher Scientific), however, the instruments for BC were different depends on the sites (sunset EC/OC analyzer in Baengnyeong, Continuous Light Absorption Photometer in Gosan, Multi-Angle Absorption Photometer in Noto and Fukuoka). Based on the backward trajectories during past 120 hours calculated from HYSPLIT model, all trajectories were assigned to six study domains which divided by country and/or administrative district (East China, North China, Northeast China, South Korea, North Korea, and Japan). To exclude the wet-removal effect, the ΔBC/ΔCO ratio was considered only when the accumulated precipitation along a backward trajectory (APT) for three days is equal to zero. Also, we confirmed that the comparison of ΔBC/ΔCO by six study domains could be reasonable since there were no significant differences in ΔBC/ΔCO ratio depending on traveling time (dry deposition effects) and residence time over the emission source areas. Compared to measured ΔBC/ΔCO ratio (6.6 –8.4 ng/m^3·ppb), ΔBC/ΔCO from REAS emission inventory (8.0 ng/m^3·ppb for East China –23.2 ng/m^3·ppb for South Korea) were overestimated by factor 1.2 for East China to 2.9 for South Korea whereas those for North Korea (3.7 ng/m^3·ppb from REAS) was underestimated by factor 2.0. The measured ΔBC/ΔCO ratios in Japan (6.8 ng/m^3·ppb) were similar to those from REAS emission inventory (6.5 ng/m^3·ppb). The seasonal and spatial differences of ΔBC/ΔCO ratios between measured and emission inventory will be examined to identify the over- and under-estimated administrative districts.

キーワード：Black Carbon、Carbon monoxide、REAS emission inventory、ΔBC/ΔCO ratios
Keywords: Black Carbon, Carbon monoxide, REAS emission inventory, ΔBC/ΔCO ratios

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Inverse modeling of black carbon emissions over China using ensemble data assimilation

*Ping Wang[1]

1. Chinese Academy of Meteorological Sciences

Emissions inventories of black carbon (BC), which are traditionally constructed using a “bottom-up” approach based on activity data and emissions factors, are considered to contain a large level of uncertainty. In this paper, an ensemble optimal interpolation (EnOI) data assimilation technique is used to investigate the possibility of optimally recovering the spatially resolved emissions bias of BC. An inverse modeling system for emissions is established for an atmospheric chemistry aerosol model and two key problems related to ensemble data assimilation in the top-down emissions estimation are discussed: 1) how to obtain reasonable ensembles of prior emissions; and 2) establishing a scheme to localize the background-error matrix. An experiment involving one year long simulation cycle with EnOI inversion of BC emissions is performed for 2008. The bias of the BC emissions intensity in China at each grid point is corrected by this inverse system. The inversed emission over China in January is 240.1 Gg, and annual emission is about 2539.3 Gg, which is about 1.8 times of bottom-up emission inventory. The results show that, even though only monthly mean BC measurements are employed to inverse the emissions, the accuracy of the daily model simulation improves. Using top-down emissions, the average root-mean-square error of simulated daily BC is decreased by nearly 30%. These results are valuable and promising for a better understanding of aerosol emissions and distributions, as well as aerosol forecasting.

Keywords: Inverse modeling, black carbon, ensemble optimal interpolation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

逆推計を用いた東アジアにおけるBC排出量推定
Analysis of BC emissions in East Asia using inverse model

*眞木 貴史[1]、田中 泰宙[1]、大島 長[1]、関山 剛[1]、近藤 圭一[1]、黒川 純一[2]、弓本 桂也[3]、大原 利眞[4]
*Takashi Maki[1], Taichu Y Tanaka[1], Naga Oshima[1], Thomas Sekiyama[1], Keiichi Kondo[1], Jun-ichi Kurokawa[2], Keiya Yumimoto[3], Toshimasa Ohara[4]

1. 気象研究所、2. アジア大気汚染研究センター、3. 九州大学、4. 国立環境研究所
1. Meteorological Research Institute, 2. Asia Center for AirPollution Research, 3. Kyushu University, 4. National Institute for Environmental Studies

In addition to affecting climate change and global warming, Black Carbon (BC) brings impact on society and human health as well. However, changes in BC emissions in east Asia have yet to be fully understood. Attempts have been made by various institutions and researchers to estimate BC emission inventories from various statistics but there are problems such as lack of rapid reporting. In order to modify black carbon emissions inventory based on this statistic, we have constructed an BC emission inversion system for east Asia using aerosol transport model and surface observations. The analysis period for emissions is from 2011 to 2014. We adopt global aerosol transport model named MASINGAR mk-2 (Tanaka et al.). The model is a subset of MRI (Meteorological Research Institute) earth system model for climate research and can treat BC, OC, mineral dust, sulfate and sea-salt with external mixing. We divided tags of each province of China, South Korea, Japan into 33 regions and carried out tagged tracer transport experiments. We collected 5 surface sites daily observation data (Hedo, Fukue, Echizen, Happo and Lulin). A priori BC emission is provided by REAS 2.2 (Kurokawa et al.) at 2010. Inversion results suggested that BC emissions in East Asia between 2011 and 2014 are decreasing especially in China about 10%, compared to the 2010 emissions. There was no significant change in BC emissions in Japan and South Korea during the analysis period. However, the observation network could constrain mainly northern part of China. We need more observation data (ex. satellite data) to constrain BC emission amount.

キーワード：逆推計、BC排出量、エアロゾルモデル
Keywords: Inverse model, BC emission, Aerosol model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

化学気候モデルによる北太平洋及び北極海における黒色炭素の起源推定と混合状態の考察

Source attribution of BC in the northern Pacific and Arctic Ocean by chemistry climate model

*大西 貴都[1]、須藤 健悟[1,2]、金谷 有剛[2]、竹谷 文一[2]
*Takato Onishi[1], Kengo Sudo[1,2], Yugo Kanaya[2], Fumikazu Taketani[2]

1. 名古屋大学　大学院環境学研究科、2. 海洋研究開発機構
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

黒色炭素(BC)はバイオマスや化石燃料の燃焼によって大気中に排出される。大気中のBCは可視光を吸収し、大気を加熱するため地球温暖化に寄与していると考えられている。排出直後の外部混合状態のBCは疎水性であり、雲凝結核としては取り込まれにくく、降水沈着の影響を受けにくいので、長距離輸送される可能性がある。輸送されたBCが雪氷面に沈着すると、BCの強い可視光吸収性により、アルベドを下げ雪氷の融解を促進する。

本研究では、北半球高緯度域におけるBCの長距離輸送に着目し、大気化学モデルCHASERによるタグトレーサー計算を用いて、ソース域・起源ごとの寄与推定を行った。BC計算については、海洋研究開発機構・みらいの船上観測（8-9月）で得られたBCデータを用いて評価および解釈を実施した。その結果、北緯70度以南の太平洋域では～7倍程度の過大評価となり、日本近海では観測との差は小さいが、東経160度から180度の範囲では強い過大評価を示した。一方で北緯70度以北ではモデルが13倍～60倍の過大評価を示し、北極海域ではモデルが観測に対して大幅に過大評価している傾向が確認された。またBCの起源としては北太平洋ではシベリア・北アメリカ・中国の寄与が大きく、北極海ではシベリア、北アメリカの寄与が大きいことが示唆された。

BCの過大評価傾向は、モデル内の降水による湿性沈着が過小であることを示している可能性がある。しかしながら、モデル内で計算されている降水場は、ERA-Interim等と比較すると、むしろ過大評価であった。このことから、BCの雲への取り込み率の過小評価など、湿性沈着スキームに不整合がある可能性が示唆される。そこでモデルにおける降水とBCの湿性沈着の関係を評価するために、BCの湿性沈着フラックスを大気中のBCの存在量で正規化した値と降水の相関係数を求めた結果、0.4程度となり、降水によるBCの除去が弱いことが示唆された。さらに2014-2017年の地表から対流圏下層におけるBC濃度に対する内部混合BCの比率(混合比)を求めたところ、北極域~北太平洋高緯度域で30%程度となり、BCの過大評価が卓越する領域においては、疎水性の外部混合BCの寄与が支配的であることが確認された。

以上のことから、外部混合から内部混合への変質過程（aging）の表現や、外部混合BCの湿性沈着の計算に改良の余地が大きいことが示唆される。なお発表時には過大評価をより低減させた結果についても紹介したい。

キーワード：黒色炭素、化学気候モデル、湿性沈着、北極海、太平洋
Keywords: BC, chemistry-climate model, wet deposition, Arctic Ocean, Pacific Ocean

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

$PM_{2.5}$モバイル計測器の性能評価と国道1号線および長崎大学周辺での測定

Evaluation of a mobile $PM_{2.5}$ sensor and application to the measurements along the National route 1 and around Nagasaki University

*鐘ヶ江 健太[1]、山崎 高幸[2]、岡本 渉[2]、松見 豊[2]、中山 智喜[1]
*Kenta Kanegae[1], Takayuki Yamasaki[2], Wataru Okamoto[2], Yutaka Matsumi[2], Tomoki Nakayama[1]

1. 長崎大学、2. 名古屋大学
1. Nagasaki University, 2. Nagoya University

$PM_{2.5}$の人体への短期曝露は、ぜんそくや気管支炎などの呼吸器系疾患や循環器系疾患などのリスクを上昇させる要因であり、$PM_{2.5}$濃度の上昇により死亡リスクの上昇も懸念されている。そのため、個人単位での$PM_{2.5}$の曝露量の把握することが重要である。我々が、パナソニック社とともに共同開発した小型$PM_{2.5}$センサ[Nakayama et al. 2018]は、個々の光散乱を検出して、粒径区分ごとの粒子数密度を計測することで$PM_{2.5}$重量濃度を得るものであり、ベータ線吸収法などによる高価で大型のものとは異なり、持ち運び可能なコンパクトなサイズであり、個人曝露量計測に応用できる可能性がある。しかしながら、本小型$PM_{2.5}$センサは、小型のヒータによる熱対流を用いて、粒子をセンサ内に導入しているため、持ち運んで計測する場合、装置の傾きや揺れにより、センサの感度が変化する可能性がある。

そこで本研究では、本$PM_{2.5}$センサを実験室内で、傾けたり、揺らしたりした場合に感度がどの程度変化するかを調べた。また、本センサを携帯して屋外で歩行した場合に、静置時に比べて、どれだけ感度が低下するか調べた。これらの結果から、センサの傾きが±10°以内になるように携帯すれば、通常の歩行において、大きな感度変化なく$PM_{2.5}$の計測が可能であることが分かった。さらに、本センサを携帯して、国道1号線（東京から京都）および長崎市内を歩行し、$PM_{2.5}$重量濃度の測定を行った。今後、得られた$PM_{2.5}$の分布状況を、周囲の環境や気象条件、常時監視での測定結果と比較し、$PM_{2.5}$の局所的な排出源や拡散・輸送過程について調べる予定である。本センサを個人曝露量計測に用いることで、$PM_{2.5}$の呼吸器や循環器への影響などに関する疫学研究への応用が期待できる。

謝辞
本研究は、パナソニック株式会社エコソリューションズ社の協力を得て実施した。

参考文献

T. Nakayama, Y. Matsumi, K. Kawahito, Y. Watabe, Development and evaluation of a palm-sized optical $PM_{2.5}$ sensor, *Aerosol Sci. Technol.*, 52, 2-12, doi:10.1080/02786826.2017.1375078 (2018).

キーワード：小型PM2.5センサ、個人曝露量、モバイル測定
Keywords: Compact PM2.5 sensor , Personal exposure, Mobile measurement

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analysis on the Relationship between the Concentration of Particulate Matter and Mortality from Respiratory and Cardiovascular Diseases

*Woo-Sik JUNG[1], Woo-Gon Do[2]

1. Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea, 2. Busan Metropolitan City of Institute of Health and Environment Busan, Korea

Concerns over particulate matter are growing rapidly as the number high concentration days are increasing. Since 2015, PM2.5 has been set as a national ambient air quality standard and frequency of Asian dust or mists and precursors coming from the west of Korea has increased. Various studies have been conducted on the distribution and composition of particulate matter. The particulate matter is known to be the main cause of respiratory and cardiovascular disease, such as vascular dysfunction, asthma and the occurrence of chronic bronchitis. As the paradigm of air quality management policy changes from controlling, treating and reducing sources to taking into account the damage of a receptor including assessing health risks, it is necessary to establish scientific policies by quantitatively assessing the health effects of the particulate matter and calculating health benefits. To do this, a quantitative assessment of the health risks of particulate matter is essential. The purpose of this study is to analyze the effects of changes in the daily average concentration of particulate matter on the mortality of respiratory and cardiovascular diseases in Busan, Korea. In this study, we employed a generalized additive model (GAM) with a quasi-Poisson to assess the association between daily mean particulate matter and mortality. A penalized spline function was used to adjust the seasonal pattern and long-term trend in daily mortality and the nonlinear mortality effects of the weather. Based on this, a model between the death rate and daily average particulate matter was established and the change in the mortality rate of respiratory and cardiovascular diseases was analyzed according to the change in particulate concentration. The daily mean particulate matter were calculated using hourly PM2.5 and PM10 data provided the Environment Ministry of Korea and the causes of death from 2015 to 2017 were provided by the National Statistical Office's 'Micro Data Service'.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

Keywords: Particulate Matters, Mortality, Respiratory Diseases, Cardiovascular Diseases

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analysis on the Relationship between the Concentration of Particulate Matter and Mortality from Respiratory and Cardiovascular Diseases

Woo-Sik Jung*, Woo-Gon Do,

*Dept. of Atmospheric Environment Information Engineering, Inje University, Gimhae, Korea
Busan Metropolitan City of Institute of Health and Environment Busan, Korea

Concerns over particulate matter are growing rapidly as the number high concentration days are increasing. Since 2015, PM2.5 has been set as a national ambient air quality standard and frequency of Asian dust or mists and precursors coming from the west of Korea has increased. Various studies have been conducted on the distribution and composition of particulate matter. The particulate matter is known to be the main cause of respiratory and cardiovascular disease, such as vascular dysfunction, asthma and the occurrence of chronic bronchitis. As the paradigm of air quality management policy changes from controlling, treating and reducing sources to taking into account the damage of a receptor including assessing health risks, it is necessary to establish scientific policies by quantitatively assessing the health effects of the particulate matter and calculating health benefits. To do this, a quantitative assessment of the health risks of particulate matter is essential. The purpose of this study is to analyze the effects of changes in the daily average concentration of particulate matter on the mortality of respiratory and cardiovascular diseases in Busan, Korea. In this study, we employed a generalized additive model (GAM) with a quasi-Poisson to assess the association between daily mean particulate matter and mortality. A penalized spline function was used to adjust the seasonal pattern and long-term trend in daily mortality and the nonlinear mortality effects of the weather. Based on this, a model between the death rate and daily average particulate matter was established and the change in the mortality rate of respiratory and cardiovascular diseases was analyzed according to the change in particulate concentration. The daily mean particulate matter were calculated using hourly PM2.5 and PM10 data provided the Environment Ministry of Korea and the causes of death from 2015 to 2017 were provided by the National Statistical Office's 'Micro Data Service'.

Acknowledgement

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A Study on the Estimation of Contribution Rate of Odour Substances Using CALPUFF model

*Woo-Sik JUNG[1], Woo-Gon Do[2]

1. Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea, 2. Busan Metropolitan City of Institute of Health and Environment Busan, Korea

The environmental odours produced by anthropogenic origin according to urbanization and industrialization continue to increase. These odours cause mental and physiological stress and have a variety of adverse health effects, including nausea, headaches, loss of appetite, gastrointestinal disorders, difficulty in breathing, and allergy. Therefore, the odours are degrading the quality of life for residents in nearby residential areas, causing health hazards and eventually causing economic loss in the community. Miscellaneous approaches are used internationally within odour regulatory systems, with methods and tools for management and control supported by ambient air odour concentration and individual chemicals(maximum impact standard); fixed and variable separation distances(separation distance standard); maximum emission rate for odours and individual chemicals(maximum emission standard); number of complaints or annoyance level(maximum annoyance standard); best available technologies e BAT (technology standard). However, the occurrence of odors is a very local issue that reflects the characteristics of individual sources and the subjective impact of nearby residents. Therefore, prior to these regulations, it is very important to assess the impact of individual emissions quantitatively. The CALPUFF model is a typically used model for assessing the dispersion of air pollutants or odours in various research institutes, including the U.S. EPA. This model is an optimal method for calculating the contribution rate of individual emission sources in area where odour sources are concentrated. In this study, the CALPUFF model was used to identify the contribution rate of the four adjacent emission facilities to the surrounding areas in Saenggok Industrial Complex located in Saenggok-dong, Gangseo-gu, Busan in Korea. In order to estimate the contribution rate of individual emission sources, the predicted odour concentration of each emission source was calculated respectively(S1-S4). Next, the predicted odour concentration was calculated considering four emission sources together(Base). Finally, the contribution rates of individual emission sources within the modeling domain were calculated as the ratio of S1-S4 to Base. The amount of area sources in each emission facility was indirectly calculated using the concentration measured near the emission facility. Meterological input data produced by applying the results of the WRF model to the CALMET model. As a result of the CALPUFF model, the contribution rate of sludge treatment facility was the highest at 76%, and the rest of the facilities were shown to contribute about 10% to the surrounding area.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

Keywords: Odour, CALPUFF

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A Study on the Estimation of Contribution Rate of Odour Substances Using CALPUFF model

Woo-Sik Jung*, Woo-Gon Do,

*Dept. of Atmospheric Environment Information Engineering, Inje University, Gimhae, Korea
Busan Metropolitan City of Institute of Health and Environment Busan, Korea

The environmental odours produced by anthropogenic origin according to urbanization and industrialization continue to increase. These odours cause mental and physiological stress and have a variety of adverse health effects, including nausea, headaches, loss of appetite, gastrointestinal disorders, difficulty in breathing, and allergy. Therefore, the odours are degrading the quality of life for residents in nearby residential areas, causing health hazards and eventually causing economic loss in the community. Miscellaneous approaches are used internationally within odour regulatory systems, with methods and tools for management and control supported by ambient air odour concentration and individual chemicals(maximum impact standard); fixed and variable separation distances(separation distance standard); maximum emission rate for odours and individual chemicals(maximum emission standard); number of complaints or annoyance level(maximum annoyance standard); best available technologies e BAT (technology standard). However, the occurrence of odors is a very local issue that reflects the characteristics of individual sources and the subjective impact of nearby residents. Therefore, prior to these regulations, it is very important to assess the impact of individual emissions quantitatively. The CALPUFF model is a typically used model for assessing the dispersion of air pollutants or odours in various research institutes, including the U.S. EPA. This model is an optimal method for calculating the contribution rate of individual emission sources in area where odour sources are concentrated. In this study, the CALPUFF model was used to identify the contribution rate of the four adjacent emission facilities to the surrounding areas in Saenggok Industrial Complex located in Saenggok-dong, Gangseo-gu, Busan in Korea. In order to estimate the contribution rate of individual emission sources, the predicted odour concentration of each emission source was calculated respectively(S1-S4). Next, the predicted odour concentration was calculated considering four emission sources together(Base). Finally, the contribution rates of individual emission sources within the modeling domain were calculated as the ratio of S1-S4 to Base. The amount of area sources in each emission facility was indirectly calculated using the concentration measured near the emission facility. Meterological input data produced by applying the results of the WRF model to the CALMET model. As a result of the CALPUFF model, the contribution rate of sludge treatment facility was the highest at 76%, and the rest of the facilities were shown to contribute about 10% to the surrounding area.

Acknowledgement

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地表ガス成分濃度の急減少 ～3次元走査型コヒーレントドップラーライダーによる風観測と地上ガス成分観測～

Stepwise decrease in atmospheric trace gases near the ground associated with rapid vertical mixing observed by 3-D coherent Doppler lidar and in-situ gas measurements

*高島 久洋[1]、原 圭一郎[1]、大平 湧貴[1]、高見 昭憲[2]、吉野 彩子[2]、藤吉 康志[3]
*Hisahiro Takashima[1], Keiichiro Hara[1], Yuki Ohira[1], Akinori Takami[2], Ayako Yoshino[2], Yasushi Fujiyoshi[3]

1. 福岡大学理学部、2. 国立環境研究所 、3. 北海道大学
1. Fukuoka University, 2. National Institute for Environmental Studies, 3. Hokaido University

Stepwise decreases, which occur over several minutes, in nitrogen oxides (NOx) and carbon monoxide (CO) concentrations, in which the main source of these gases is supposed to be near the surface, are sometimes observed in Fukuoka, urban site in Japan, during the summer-winter seasons. In the most cases, ozone (O_3) content, which could be higher at higher altitudes, increases. Wind observations by 3-D coherent Doppler lidar suggest there is a thin surface layer (up to ~50-300 m thickness) near the ground before the stepwise change, and then rapid vertical mixing associated with the local meteorological system occurs. The surface thin layer plays a role as a cover of pollutants near the ground, and the vertical mixing within the boundary layer rapidly dilutes/reduces the pollutant contents near the ground.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

福岡都市圏における二酸化窒素（NO_2）の時空間変動 ～小型装置を用いたMAX-DOAS法による多地点分光観測～

Spatiotemporal variations of nitrogen dioxide (NO_2) over Fukuoka , observed by multiple MAX-DOAS instruments and 3-D coherent Doppler lidar

*植木 洸亘[1]、高島 久洋[1]、Martina Friedrich[2]
*Hironobu Ueki[1], Hisahiro Takashima[1], Martina M. Friedrich[2]

1. 福岡大学理学部地球圏科学科、2. Belgian Institute for Space Aeronomy (BIRA-IASB)
1. Fukuoka university, 2. Belgian Institute for Space Aeronomy (BIRA-IASB), Belgium

福岡都市圏における二酸化窒素（NO_2）の3次元的な時空間変動を調べるために、MAX-DOAS（Multi AXis Differential Optical Absorption Spectroscopy）法というリモートセンシング観測手法を用いて、2018年10月～2019年1月の期間、都市部から海側を観測する2地点（薬院（33.580˚N,130.396˚E）、祖原（33.580˚N,130356˚E））と、都市部から約4 kmほど離れ都市部の方向を観測する1地点（福岡大学（33.550˚N,130.364˚E））において、高時間分解能（4分）でNO_2の鉛直分布を観測した。

快晴で雲が少ない11月29日について詳細な解析を行ったところ、7時～10時ごろまでは地表付近でNO_2濃度が高く、その後10時30分ごろから約1時間かけてNO_2濃度の極大域が上空へ移動していた。また海側では13時30分頃からNO_2濃度が境界層内全体で減少し、その約30分後都市部でも境界層内全体でNO_2濃度が減少していた。3次元コヒーレントドップラーライダーを用いて風の3次元分布を調べたところ、10～13時頃にベナール対流のような流れがあり、14時以降には海風が卓越していた。これらのことから、11時ごろNO_2濃度が高い空気塊が境界層内を鉛直輸送され、その後14時以降に海風により清浄な大気が南方方向に水平輸送されたと示唆された。

キーワード：MAX-DOAS
Keywords: MAX-DOAS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

対流圏二酸化窒素の三酸素同位体組成定量
Measurement on the ^{17}O-excess of tropospheric nitrogen oxides

*中川 書子[1]、丁 トウ[1]、角皆 潤[1]、山口 高志[2]、野口 泉[2]
*Fumiko Nakagawa[1], Dong Ding[1], Urumu Tsunogai[1], Takashi Yamaguchi[2], Izumi Noguchi[2]

1. 名古屋大学 大学院環境学研究科、2. 北海道立総合研究機構 環境科学研究センター
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. Institute of Environment Sciences, Hokkaido Research Organization

二酸化窒素（NO_2）は、対流圏や成層圏での化学反応を駆動する光化学オキシダントの濃度に影響を与える重要な微量気体成分である。その多くは、まずNOとして大気中に排出され、NOがHO_2やO_3などと反応してNO_2となる。NO_2は、大気中でさらにHNO_3に酸化されて大気から除去されるが、その反応経路は日射量や温度などを反映して変化する。この反応経路を明らかにすることは、大気中に放出されたNOの寿命や放出から沈着までの輸送距離を考える上で不可欠である。近年、三酸素同位体異常(Δ^{17}O値) を指標に用いることで、NOからHNO_3への光化学反応経路が解析できることが明らかになってきた(Michalski et al., 2003; Tsunogai et al., 2010; Nelson et al., 2018)。これは、Δ^{17}O値がO_3生成反応などの特殊な反応でのみ変化し、一般の反応では変化しないため、HNO_3のΔ^{17}O値よりNOからHNO_3へ至る反応経路上で加わったO_3由来のO原子数の情報を引き出すことができるからである。ただし、過去の報告で使用されているNO_2のΔ^{17}O値は実測値ではなく、あくまでもモデルから推定されたものであった(Michalski et al., 2003; Morin et al., 2009)。そのため、NO_2のΔ^{17}O値を定量することは一つの大きな課題であった。また、NO_2は、HNO_3となる以外に、不均一反応やフミン酸などとの反応を経由して、HONOにも還元されることが知られている(Finlayson-Pitts et al., 2003; Stemmler et al., 2006; Kleffmann, 2007)。HONOは、光分解してOHラジカルを放出するなど多様な反応を駆動するため、HONOの起源や大気中での挙動を把握することは非常に重要である。近年、HONOのΔ^{17}O値定量法が確立され、大気中HONOの起源解明の指標として活用され始めたが、HONOの前駆物質の1つであるNO_2のΔ^{17}O値が測定できないことから、誤差の大きい解析しか出来なかった。

そこで本研究ではNO_2のΔ^{17}O値を定量する手法を開発した。NO_2の捕集には、HONO捕集用のフィルターパック法（野口他, 2007）にNO_2捕集用のフィルター（トリエタノールアミン（TEA）含浸フィルター）を加えることによって行った。NO_2はTEA含浸フィルター上にNO_2^-態として集め、これをアジ化水素と反応させることによってN_2Oに還元し、さらに熱分解によってO_2に変換し、そのΔ^{17}O値を定量することでNO_2のΔ^{17}O値を定量した。開発した手法を用いて、名古屋市と札幌市でNO_2とHONOのΔ^{17}O値を定量するための観測を数回行った。その結果、NO_2のΔ^{17}O値は日出と共に上昇し、正午前後に最大になり、その後減少し続けて日出直前に最小になる時間変動を示した。また、HONOのΔ^{17}O値も同様の時間変動を示したことから、NO_2はHONOの主要発生源の1つであることが考えられた。また、札幌市のHONOは名古屋市と比べると、有意に低いΔ^{17}O値を示したことから、札幌はNO由来のHONOの寄与が大きいと考えられた。

キーワード：窒素酸化物、対流圏、三酸素同位体組成
Keywords: nitrogen oxides, troposphere, triple oxygen isotope

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

陸別高分解能FTIRによる大気汚染物質の対流圏カラム平均混合比の長期変動観測

Long-term measurements of the column-averaged mixing ratios of tropospheric substances related to the air pollution using ground-based FTIRs at Rikubetsu, Japan

*長浜 智生[1]、森野 勇[2]、中西 慎吾[1]
*Tomoo Nagahama[1], Isamu Morino[2], Shingo Nakanishi[1]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 国立環境研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. National Institute for Environmental Studies

反応性の高い揮発性有機物（VOCs）等の炭素化合物から生じる様々な大気汚染物質は、発生源付近で深刻な大気質の低下を招くだけでなく、化学変化しながら遠隔地に輸送され、都市域とその周辺の大気質にまで影響を与えるため、大気質を保全する上で大きな問題として注目されている。特に森林火災や生物起源のVOCを起源とするHCHOやHCOOHは寿命が数日以内で、発生源近傍に分布することからその分布と時間変動は発生源と全球の環境への影響とを関連付ける上での重要な鍵となる。そこで我々は、北海道陸別町に設置した高分解能フーリエ変換型赤外分光器（FTIR）（Bruker社 IFS120M及びIFS120/5HR）による太陽光吸収スペクトルデータから対流圏大気汚染関連物質の高度分布を求め、それらの時間変動から長期にわたる大気質変動の特徴とその影響を理解する研究を進めている。陸別町における観測は、名古屋大学宇宙地球環境研究所と国立環境研究所は共同して行っている。観測波長は3~15 μmの領域で、波数分解能0.0035 cm^{-1}でスペクトルを取得し、解析ソフトウエアSFIT4 (version 0.944)を用いて各種大気微量成分の高度分布解析を行っている。これまでにO_3、CH_4、C_2H_6、N_2O、CO、HCN、HCHO、HCOOH、C_2H_2、CH_3OH等のカラム全量と対流圏平均混合比の解析を進めており、それらの季節変動と1995年から2018年までの長期変化を得た。観測から得られた対流圏カラム平均混合比の季節変動は微量成分ごとに異なる。O_3、C_2H_6、COは3-4月に最大となるのに対して、HCHOは７月、HCNは５月と８月にピークとなった。これらは各微量成分の生成・消滅過程を反映したものであり、特に寿命が短いHCHOは森林火災だけでなく夏期の生物起源VOCの酸化を反映したものと考えられる。

発表では各種微量成分の時間変動の詳細とともに、これらの全球の環境への影響等について議論する。

キーワード：大気汚染物質、カラム平均混合比、赤外分光法、季節変動、長期変動
Keywords: Air pollutants, Column-averaged mixing ratio, Infrared spectroscopy, Seasonal variation, Long-term trend

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Impacts of Biogenic and Anthropogenic Emissions on Summertime Ozone Formation in the Guanzhong Basin, China

*Nan Li[1]

1. Nanjing University of Information Science & Technology

This study is the first attempt to understand the synergistic impact of anthropogenic and biogenic emissions on summertime ozone (O_3) formation in the Guanzhong (GZ) basin where Xi’ an, the oldest and the most populous city (with a population of 9 million) in the northwest China, is located. Month-long (August 2011) WRF-Chem simulations with different sensitivity experiments were conducted and compared with near-surface measurements. Biogenic volatile organic compounds (VOCs) concentrations were characterized from 6 surface sites among the Qinling Mountains, and urban air composition was measured in the Xi’ an city at a tower 100 m above the surface. The WRF-Chem control experiment reasonably reproduced the magnitudes and variations of observed O_3, VOCs, NO_x, $PM_{2.5}$ and meteorological parameters, with normalized mean biases for each parameter within ±21%. Subsequent analysis employed the factor separation approach (FSA) to quantitatively disentangle the pure and synergistic impacts of anthropogenic and/or biogenic sources on summertime O_3 formation. The impact of anthropogenic sources alone was found to be dominant for O_3 formation. Although anthropogenic particles reduced NO_2 photolysis by up to 60%, the anthropogenic sources contributed 19.1 ppb O_3 formation on average for urban Xi’ an. The abundant biogenic VOCs from the nearby forests promoted O_3 formation in urban areas by interacting with the anthropogenic NO_x. The calculated synergistic contribution (from both biogenic and anthropogenic sources) was up to 14.4 ppb in urban Xi’ an, peaking in the afternoon. Our study reveals that the synergistic impact of individual source contributions to O_3 formation should be considered in the formation of air pollution control strategies, especially for big cities in the vicinity of forests.

Keywords: ozone, biogenic volatile organic compounds, WRF-Chem

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

インドネシア・ジャカルタ大都市圏周辺における温室効果ガス・大気汚染物質の総合観測プロジェクト

Comprehensive monitoring project of greenhouse gases and air pollutants around Jakarta megacity in Indonesia

*西橋 政秀[1]、向井 人史[1]、寺尾 有希夫[1]、橋本 茂[1]、Rizaldi Boer[2]、Muhammad Ardiansyah[2]、Bregas Budianto[2]、Gito Sugih Immanuel[2]、Adi Rakhman[2]、Rudi Nugroho[3]、Nawa Suwedi[3]、Agus Rifai[3]、Iif Miftahul Ihsan[3]、Anies Marufatin[3]、Albert Sulaiman[3]、Dodo Gunawan[4]、Eka Suharguniyawan[4]、Asep Firman Ilahi[4]、Muharam Syam Nugraha[4]、Ronald Christian Wattimena[4]、Bayu Feriaji[4]、Thomas Lauvaux[5]、小田 知宏[6]

*Masahide Nishihashi[1], Hitoshi Mukai[1], Yukio Terao[1], Shigeru Hashimoto[1], Rizaldi Boer[2], Muhammad Ardiansyah[2], Bregas Budianto[2], Gito Sugih Immanuel[2], Adi Rakhman[2], Rudi Nugroho[3], Nawa Suwedi[3], Agus Rifai[3], Iif Miftahul Ihsan[3], Anies Marufatin[3], Albert Sulaiman[3], Dodo Gunawan[4], Eka Suharguniyawan[4], Asep Firman Ilahi[4], Muharam Syam Nugraha[4], Ronald Christian Wattimena[4], Bayu Feriaji[4], Thomas Lauvaux[5], Tomohiro Oda[6]

1. 国立環境研究所、2. ボゴール農科大学、3. インドネシア技術評価応用庁、4. インドネシア気象気候地球物理庁、5. LSCE、6. USRA/NASA

1. National Institute for Environmental Studies, 2. Bogor Agricultural University (IPB), Indonesia, 3. Agency for the Assessment and Application of Technology (BPPT), Indonesia, 4. Meteorological, Climatological, and Geophysical Agency (BMKG), Indonesia, 5. Laboratory for Sciences of Climate and Environment (LSCE), France, 6. Universities Space Research Association/NASA Goddard Space Flight Center, USA

The emission increases of greenhouse gases (GHGs) and air pollutants in megacities have been recognized as one of the important issues as a concern for health and climate change. Jakarta, the capital city of Indonesia, including suburban cities (Bogor, Depok, Tangerang, and Bekasi; locally known as “Jabodetabek”), has a population of 32 million people and has been listed as the second largest megacity in the world and the largest megacity in Southeast Asia. Several air quality monitoring campaigns were conducted in Jakarta. However, previous studies lacked continuous high-accuracy monitoring stations due to the limitations of environmental monitoring budgets and experts. We present here a new interdisciplinary project to expand our current understanding of the interactions between emissions, air quality, and regional/global climates.

To estimate the amount of anthropogenic emissions from Jakarta megacity and compare with city activities, we developed a ground-based comprehensive monitoring system of GHGs and air pollutants controlled remotely in addition to automated start-and-stop operations during power failures. Monitoring systems were installed at Bogor (center of Bogor city), Serpong (Jakarta suburb), and Cibeureum (mountainous area) in 2016–2017. Each monitoring system consists of system control/data acquisition units controlling multiple instruments and collecting continuously and continuous monitoring instruments of CO_2, CH_4, CO, NO_x, SO_2, O_3, aerosol concentrations ($PM_{2.5}$, PM_{10}, BC) and the chemical components (NO_3^-, SO_4^{2-}) of $PM_{2.5}$ and PM_{10}, and meteorological parameters. Flask sampling of air is also performed automatically once a week to analyze N_2O, SF_6, and carbon isotopes (^{13}C, ^{14}C) in CO_2 in NIES and to validate the continuous measurement data of CO_2, CH_4, and CO.

The results show that the daytime values of CO_2, three hours averages from 12 to 15 local time, at Bogor and Serpong are 6.8 and 7.1 ppm higher than Cibeureum, respectively. These features are also presented in the other species, i.e., CO, NO_x, SO_2, $PM_{2.5}$, $PM_{10-2.5}$, and BC. Moreover, we found 5–10 ppm lower

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

values of CO_2 during daytime at Bogor and Serpong in December and January, mid-rainy season in Jakarta, compared with the other months and frequent and extremely high CH_4 enhancements during nighttime (i.e., 3 to 5 ppm) at Serpong.
We present here the temporal variability observed at three monitoring sites and some preliminary results based on high-resolution CO_2 simulations using Weather Research and Forecasting model coupled to Chemistry (WRF-Chem).

キーワード：温室効果ガス、大気汚染物質、都市観測、インドネシア
Keywords: greenhouse gases, air pollutants, urban monitoring, Indonesia

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Seasonality of short-term variations in atmospheric CH_4 observed at Hateruma and relationship with the reginal emissions from East Asia

*Yasunori Tohjima[1], Jiye Zeng[1], Tomoko Shirai[1], Akihiko Ito[1], Motoki Sasakawa[1], Toshinobu Machida[1]

1. National Institute for Environmental Studies

National Institute of Environmental Studies (NIES), Japan, has been carrying out in-situ observation of atmospheric CH_4 at Hateruma Island (HAT; lat. 24.1˚N, long. 123.8˚E) since 1996 by using a gas chromatographic system. Since HAT is in the marginal region of the East Asia, air masses from the continental region would cause elevated concentrations of a variety of species including CH_4. Such events were often observed especially during late autumn to early spring due to the Asian monsoon. In the previous studies, we revealed a secular increase in the short-term variations of CH_4 and its relationship with the emission increase from the continental China. Here, we examined the seasonality of the short-term variations of CH_4 in 1996 to 2017. First, we computed the increment of the hourly CH_4 (ΔCH_4) over the baseline, which was the smoothed averages of CH_4 below the 20 percentile in a 101-hour moving time-window. Then the standard deviation of ΔCH_4 for each month of each year was computed. The average monthly standard deviations of ΔCH_4 show rather stable values in winter (November-February, 18~20 ppb), peaks in May (28 ppb) and September (26 ppb), and a dip in July (11 ppb). We simulated ΔCH_4 by a Lagrangian particle dispersion model (LPDM) using the monthly CH_4 emission maps of Patra et al. (2009) and EDGAR v4.3.2, respectively. Although the monthly variability of the simulated ΔCH_4 based on the Patra et al. (2009) emission maps well reconstructed the observed pattern of the monthly standard deviations, that based on the EDGAR v4.3.2 emission maps showed a maximum in March, which was not consistent with the observed pattern. The simulated maximum variability in March is related to the emission peak in March of the EDGAR v4.3.2 inventory, which is attributed to the maximum emissions from agricultural and livestock sectors. The lack of the spring peak in the observation suggests that the anthropogenic CH_4 emission in March of EDGAR v4.3.2 may be overestimated.

Keywords: atmospheric CH4, short-term variation, LPDM

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A cryogen-free automated measurement system of stable carbon isotope ratio of atmospheric methane

*Taku Umezawa[1], Takuya Saito[1]

1. National Institute of Environmental Studies

Methane is an important greenhouse gas emitted from both natural and anthropogenic sources. Accurate understanding of various methane sources is needed for effective reduction of its emissions. Measurement of stable carbon isotope ratio of atmospheric methane is useful for top-down evaluation of relative contributions of various types of methane sources, because individual methane sources have characteristic isotope signatures. Isotope ratio data for atmospheric methane therefore receive increasing attention for constraining the global methane budget. To meet research community demand, it is imperative for measurement systems to achieve adequate precision and traceability as well as high measurement throughput to process number of air samples that are routinely shipped from monitoring sites to laboratory. Stable carbon isotope ratio has been measured by continuous-flow isotope ratio mass spectrometry where methane in sample air is preconcentrated in a trap filled with an adsorbent cooled by liquid nitrogen. By using a stirring cooler instead, we set up a cryogen-free measurement system, and our configuration attained reproducibility of ~0.1 per mil. This precision is comparable to those previously achieved by using liquid nitrogen; our system is however advantageous for unattended and automated measurement operation. We examined measurements for air sampled outside our laboratory, and the preliminary measurement data at ~1-hour intervals show a clear diurnal variation.

Keywords: Methane, Stable carbon isotope ratio

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Global inverse analysis of CH_4 fluxes using NICAM-TM 4D-Var

*丹羽 洋介[1,2]、伊藤 昭彦[1]、町田 敏暢[1]、笹川 基樹[1]、遠嶋 康徳[1]、梅澤 拓[1]、森本 真司[3]、青木 周司[3]、澤 庸介[2]、坪井 一寛[2]、松枝 秀和[2]、Ed Dlugokencky[4]、Christina Harth[5]、Paul Krummel[6]、Ray Langenfelds[6]、Zoe Loh[6]、Jens Mühle[5]、Simon O’Doherty[7]、Ronald Prinn[8]、Michel Ramonet[9]、Peter Salameh[5]、Colm Sweeney[4]、Ray Weiss[5]、Dickon Young[7]、Simona Castaldi[10,11]、Sergio Noce[12]、Marielle Saunois[9]、Ann Stavert[13]
*Yosuke Niwa[1,2], Akihiko Ito[1], Toshinobu Machida[1], Motoki Sasakawa[1], Yasunori Tohjima[1], Taku Umezawa[1], Shinji Morimoto[3], Shuji Aoki[3], Yousuke Sawa[2], Kazuhiro Tsuboi[2], Hidekazu Matsueda[2], Ed Dlugokencky[4], Christina Harth[5], Paul B Krummel[6], Ray L Langenfelds[6], Zoe M Loh[6], Jens Mühle[5], Simon O’Doherty[7], Ronald G Prinn[8], Michel Ramonet[9], Peter Salameh[5], Colm Sweeney[4], Ray Weiss[5], Dickon Young[7], Simona Castaldi[10,11], Sergio Noce[12], Marielle Saunois[9], Ann R Stavert[13]

1. 国立環境研究所、2. 気象研究所、3. 東北大学、4. Earth System Research Laboratory, National Oceanic and Atmospheric Administration、5. Scripps Institution of Oceanography, University of California、6. Climate Science Centre, CSIRO Oceans and Atmosphere、7. School of Chemistry, University of Bristol、8. Massachusetts Institute of Technology、9. Laboratoire des Sciences du Climat et de l’Environnement, LSCE-IPSL (CEA-CNRS-UVSQ)、10. DISTABIF, Università degli studi della Campania Luigi Vanvitelli、11. Department Landscape Design & Sustainable Ecosystems RUDN University、12. IAFES, Euro-Mediterranean Center on Climate Change、13. Global Carbon Project, CSIRO Oceans and Atmosphere
1. National Institute for Environmental Studies, 2. Meteorological Research Institute, 3. Tohoku University, 4. Earth System Research Laboratory, National Oceanic and Atmospheric Administration, 5. Scripps Institution of Oceanography, University of California, 6. Climate Science Centre, CSIRO Oceans and Atmosphere, 7. School of Chemistry, University of Bristol, 8. Massachusetts Institute of Technology, 9. Laboratoire des Sciences du Climat et de l’Environnement, LSCE-IPSL (CEA-CNRS-UVSQ), 10. DISTABIF, Università degli studi della Campania Luigi Vanvitelli, 11. Department Landscape Design & Sustainable Ecosystems RUDN University, 12. IAFES, Euro-Mediterranean Center on Climate Change, 13. Global Carbon Project, CSIRO Oceans and Atmosphere

Atmospheric methane (CH_4) is the most important greenhouse gas after carbon dioxide. Because CH_4 has a relatively short lifetime due to chemical losses in the atmosphere, it is expected that reducing CH_4 emissions would mitigate global warming in a relatively short timeframe. However, sources of atmospheric CH_4 are associated with a wide variety of processes such as fossil fuel production and consumption, agriculture, natural wetlands, and biomass burning, and our understanding of the full CH_4 budget is limited. To better understand CH_4 sources, an inverse analysis is one prominent methodology that estimates spatiotemporal variations of CH_4 sources consistent with their prior estimates and atmospheric observations within specified uncertainties. In this study, we performed a long-term inverse analysis of CH_4 fluxes with an inversion system named NICAM-TM 4D-Var (Niwa et al., 2017a,b). The inversion system is based on the atmospheric transport model NICAM-TM (Niwa et al., 2011), which has a homogeneous icosahedral grid system and mass conserving property. The horizontal model grid resolution was set to 223 km and the CH_4 flux estimation was performed at the same resolution, though some spatial error correlations were introduced. The prior flux dataset includes wetland/rice cultivation emission and soil uptake estimated by the terrestrial ecosystem model VISIT (Ito and Inatomi, 2012). The other emission categories are provided from the ongoing Global Carbon Project (GCP)–CH_4. In the inversion, several emission categories are separately estimated according to their seasonal and interannual variabilities. Compared with the prior estimates, the inverse analysis with ground-based station data estimated smaller emissions from East Asia and Europe, larger and smaller northern summer emissions from West Siberia and Hudson Bay Lowlands, respectively, and larger emissions from Bengal and Indochina areas. These

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

changes estimated by the inversion are attributed to emissions from anthropogenic categories (mainly fossil fuel related), natural wetlands, and rice cultivation, respectively. The presentation will also address the reliability of the inversion estimates using independent aircraft data and examine the independence of each category emission estimate.

References

Niwa et al. (2011), Journal of the Meteorological Society of Japan. Ser. II, 89(3), 255–268.
Ito and Inatomi (2012), Biogeoscience, 9:759-773.
Niwa et al. (2017a), Geoscientific Model Development, 10(3), 1157–1174.
Niwa et al. (2017b), Geoscientific Model Development, 10(6), 2201–2219.

Acknowledgement

This study is supported by the Environment Research and Technology Development Fund (2-1701) of the Ministry of the Environment, Japan. The authors acknowledge the Global Carbon Project–CH_4 for providing the prior flux dataset, some of which is made under the support of the RUDN project "5-100". The authors also acknowledge Doug Worthy of Environmental Canada, Juha Hatakka of Finnish Meteorological Institute, Camille Yver Kwok of Laboratoire des Sciences du Climat et de l’ Environnement, Sebastien Conil of Andra, and Kazuyuki Saito and other members of Japan Meteorological Agency for providing observational data of atmospheric CH_4. This study used observational data of Advanced Global Atmospheric Gases Experiment (AGAGE). Operations of the AGAGE network are principally supported by the NASA Upper Atmospheric Research Program in the US, by the Department for Business, Energy & Industrial Strategy (BEIS) in the UK, by the Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) and the Bureau of Meteorology (Australia) in Australia, with additional support from the National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) in the US. Yosuke Niwa sincerely thanks the members of the NICAM team for developing and maintaining the codes of NICAM.

キーワード：メタン、逆解析
Keywords: methane, inverse analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GOSAT/TANSO-FTSの熱赤外バンドの観測から得られた科学的成果
Scientific findings from observations of GOSAT/TANSO-FTS TIR band

*齋藤 尚子[1]、小坂 真悟[1]、白木 雅人[1]、小林 陽菜子[1]
*Naoko Saitoh[1], Shingo Kosaka[1], Masato Shiraki[1], Hinako Kobayashi[1]

1. 千葉大学環境リモートセンシング研究センター
1. Center for Environmental Remote Sensing

GOSAT（Greenhouse Gases Observing Satellite）は、2009年1月23日に打ち上げられて以来、10年以上にわたって温室効果ガスの観測を行っている。GOSAT搭載のTANSO-FTS（Thermal and Near Infrared Sensor for Carbon Observation-Fourier Transform Spectrometer）の熱赤外バンド（TIRバンド）は、二酸化炭素、メタン、その他の温室効果ガス濃度の高度分布を観測している。TANSO-FTSのTIRバンドのVersion 1（V1）Level 2リトリーバルアルゴリズムでは、オゾン、水蒸気、気温を二酸化炭素及びメタンのバイプロダクトとして導出している[Saitoh et al. 2016]。

TANSO-FTSのTIRバンドのV1の二酸化炭素及びメタンプロファクトのデータ質検証はすでに実施されている[Saitoh et al., 2016, 2017; Holl et al., 2016; Zou et al., 2016; Olsen et al., 2017]。まず、本研究では、評価されたバイアス補正値をTANSO-FTSのTIRバンドの二酸化炭素データに適用し、北アフリカの上部対流圏で、MOPITT（Measurement Of Pollution In The Troposphere）の一酸化炭素濃度とTANSO-FTSのTIRバンドの二酸化炭素濃度の変動を比較した。比較の結果、上空のMOPITTの一酸化炭素濃度とTANSO-FTSのTIRバンドの二酸化炭素濃度は両者とも3月から5月にかけて高くなっており、バイオマス燃焼に起因する高濃度の一酸化炭素及び二酸化炭素の空気塊が上空に輸送されたことが示唆される。

次に、TANSO-FTSのTIRバンドのV1のメタン濃度プロファイルは中低緯度の対流圏で航空機のメタン濃度プロファイルと概ね1%以内で一致していることがわかったので、本研究ではインド上空に着目し、TANSO-FTSのTIRバンドの高度層ごとのメタン濃度の変動を調べた。本研究で明らかにした高度層ごとのメタン濃度の変動はChandra et al. [2017]で示されたメタン濃度の変動と概ね同様の特徴を示していた。しかしながら、本研究のTANSO-FTSのTIRバンドのメタンデータの解析からは、下部対流圏のメタン濃度変動がカラム平均濃度（XCH_4）の季節変動に及ぼす影響が、Chandra et al. [2017]の結果と比べると、より大きいという結果になった。

本研究では、ACE-FTS （Atmospheric Chemistry Experiment-Fourier Transform Spectrometer）及びオゾンゾンデデータを用いて、TANSO-FTSのTIRバンドのV1の二酸化炭素プロダクトと同時導出されたオゾンプロファイルの検証解析を行った。TANSO-FTSのTIRバンドのオゾンデータは夏期の下部対流圏に若干バイアスがあるものの、先験値データ[MacPeters et al., 2007]と比べるとACE-FTS及びオゾンゾンデデータと概ねよい一致を示していた。TANSO-FTSのTIRバンドの最下層のリトリーバル層（地上から857 hPa）のオゾン濃度には、中国大陸で濃度が高く日本の東側に行くにつれて濃度が低くなる特徴が見られ、TANSO-FTSのTIRバンドで対流圏大気汚染物質が検知できる可能性が示された。

キーワード：二酸化炭素、メタン、オゾン、GOSAT/TANSO-FTS
Keywords: CO2, CH4, ozone, GOSAT/TANSO-FTS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南鳥島における大気中CO_2濃度および炭素・酸素安定同位体比の連続観測
Continuous measurements of atmospheric CO_2 and its $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ at Minamitorishima Island

*村山 昌平[1]、坪井 一寛[2]、石戸谷 重之[1]、松枝 秀和[2]、丹羽 洋介[3]、澤 庸介[2]、石島 健太郎[2]、古積 健太郎[4]、梅澤 研太[4]、雪田 一弥[4]、西田 重晴[4]、山本 めぐみ[4]、宇佐美 哲之[1]、森本 真司[5]
*Shohei Murayama[1], Kazuhiro Tsuboi[2], Shigeyuki Ishidoya[1], Hidekazu Matsueda[2], Yosuke Niwa[3], Yousuke Sawa[2], Kentaro Ishijima[2], Kentaro Kozumi[4], Genta Umezawa[4], Kazuya Yukita[4], Shigeharu Nishida[4], Megumi Yamamoto[4], Tetsuyuki Usami[1], Shinji Morimoto[5]

1. 国立研究開発法人産業技術総合研究所、2. 気象研究所、3. 国立研究開発法人国立環境研究所、4. 気象庁、5. 東北大学
1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), 2. Meteorological Research Institute, 3. National Institute for Environmental Studies, 4. Japan Meteorological Agency, 5. Tohoku University

The Minamitorishima (MNM; 24°17’ N, 153°59’ E) station is uniquely located to monitor background air at northern mid latitudes; the site is located on a remote coral island in the western North Pacific, about 1,950 km southeast of Tokyo. The Japan Meteorological Agency has been making long-term continuous observations of atmospheric concentrations of major greenhouse gases at MNM. For a better understanding of mechanisms governing the observed CO_2 variation, systematic measurements of atmospheric CO_2 and its $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ have been carried out at MNM by analyzing discrete flask air samples taken at the site since 2011. The existing measurement program was enhanced by initiating continuous measurements of CO_2 and its $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ using a laser spectroscopy (Off-Axis Integrated-Cavity Output Spectroscopy) in March 2018.

Sample air is drawn from an air intake mounted on a tower at 20-m height above the ground surface, and introduced into a continuous isotope analyzer (Model CCIA-48, Los Gatos Research) after removing water vapor and aerosol particles. The analyzer is calibrated hourly for the concentrations of each CO_2 isotopologue, using 3 air-based CO_2 standard gases with isotopic ratios of industrial CO_2 and different total CO_2 concentrations. The isotopic ratios of these standards were determined by a mass spectrometer, and the concentrations of each CO_2 isotopologue of the standards were obtained from the isotopic ratios. The total CO_2 concentration and its $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ of sample air are calculated from the measured concentrations of each isotopologue.

The obtained CO_2 isotopic data are scattered, and the precisions of the $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ values measured by this analyzer estimated from hourly measurements of a target gas, which is dried natural air compressed into a 48-L gas cylinder, are about 10 times and 5 times worse than those achieved by our mass spectrometer, respectively. However, the daily mean values of atmospheric $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ show day-to-day variations in concert with those of the total CO_2 concentration and prominent seasonal variations. The daily mean $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ show systematic difference from the isotopic values obtained from flask sampling on the same day. However, since the differences are almost constant, the nature of the variations are very similar in both cases.

In this presentation, results of the preliminary analyses of the daily mean CO_2, $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ data obtained from the continuous measurement will be presented. From comparison with the flask sampling results, the effectiveness of the continuous measurement will also be discussed.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Acknowledgements

We would like to thank A. Kudo and C. Abe for their technical support for our measurements. This research was supported by a grant for the Global Environmental Research Coordination System from the Ministry of the Environment, Japan.

キーワード：二酸化炭素、安定同位体比、南鳥島、連続観測
Keywords: Carbon dioxide, Stable isotopic ratio, Minamitorishima Island, Continuous measurement

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

気象庁観測所において観測された大気中ラドン濃度の変動
Variations of atmospheric Radon-222 concentration observed at JMA stations

*石島 健太郎[1]、坪井 一寛[1]、松枝 秀和[1]、澤 庸介[1]、丹羽 洋介[2,1]、眞木 貴史[1]、中村 貴[3]
*Kentaro Ishijima[1], Kazuhiro Tsuboi[1], Hidekazu Matsueda[1], Yousuke Sawa[1], Yosuke Niwa[2,1], Takashi Maki[1], Takashi Nakamura[3]

1. 気象研究所、2. 国立環境研究所、3. 気象庁
1. Meteorological Research Institute, 2. National Institute for Environmental Studies, 3. Japan Meteorological Agency

Japan Meteorological Agency (JMA) has been operating several stations to monitor atmospheric greenhouse gases since the late 1980s under the Global Atmosphere Watch programme of the World Meteorological Organization (WMO/GAW). They show synoptic, seasonal, interannual variations, and trends due to changes in atmospheric transport and source/sink strength. To know their transport from land regions, we started the monitoring of atmospheric Radon-222 (^{222}Rn) in the 2000s at the JMA stations. Because ^{222}Rn is emitted from almost only lands and chemically inert, it is useful to identify temporal variability of atmospheric greenhouse gases due to sources/sinks on land. ^{222}Rn also radioactively decays with the half-life of 3.8 days, so is widely utilized to validate regional transport of atmospheric transport model through the model-observation comparisons. Understanding such transport process is also supported by using an atmospheric transport model. We have just started to use a newly developed on-line atmospheric tracer transport model (GSAM-TM). The tracer transport process is driven by a low-resolution version (TL95) of JMA's operational global numerical weather prediction model (GSAM).
In this study, we analyze the observed and model simulated atmospheric ^{222}Rn concentration, to understand the transport process of land-origin atmospheric tracer as well as to validate the GSAM-TM. For example, the model well reproduces high ^{222}Rn peaks, which are frequently observed at Minamitorishima (MNM; 24.28˚N, 153.98˚E) and Chichijima (CCJ; 27.09˚N, 142.19˚E) in winter to spring. Especially in winter, there are many cases that a high peak is first observed at CCJ and one day after at MNM. They are mainly produced by a cold front moving eastward with dense ^{222}Rn behind the frontal line. The peak height at MNM is about two-thirds of that at CCJ. It is slightly smaller than that expected from decay by the 3.8 days half-life (about four-fifths), because dense ^{222}Rn trapped by the front is diluted mainly by diffusion while transported. The model also well reproduces such peak attenuation degree. More details and results of ^{222}Rn-age tracer simulations as well as of other JMA station will also be discussed in our presentation.

Acknowledgements. We sincerely thank all members of the JMA for operating ^{222}Rn measurement systems at JMA monitoring stations

キーワード：ラドン、GSAM-TM
Keywords: radon, GSAM-TM

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

陸別・昭和基地・つくばにおける地上FTIR観測によるフロン・代替フロン類の長期変動

Long-term variations of CFCs and HCFCs observed with ground-based FTIR spectrometers at Rikubetsu, Syowa Station, and Tsukuba since 1995

*中島 英彰[1,2]、武田 真憲[2,1]、村田 功[2]、杉田 考史[1]、長浜 智生[3]、森野 勇[1]、木名瀬 健[4]
*Hideaki Nakajima[1,2], Masanori Takeda[2,1], Isao Murata[2], Takafumi Sugita[1], Tomoo Nagahama[3], Isamu Morino[1], Takeshi Kinase[4]

1. 国立研究開発法人　国立環境研究所、2. 東北大学大学院環境科学研究科、3. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、4. 気象研究所
1. National Institute for Environmental Studies, 2. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, 3. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 4. Meteorological Research Institute

北海道陸別（43.5N, 143.8E）において1995年より、南極昭和基地(69.0S, 39.6E)において、2007, 2011, 2016年の3年間、つくば（36.1N, 140.1E）において2018年6月より、それぞれBruker社製IFS-120M及びIFS-125HR型FTIRによる太陽赤外線を光源に用いた大気微量成分の観測を行っている。本研究では、これらのFTIRで得られた赤外分光スペクトルから、各種フロン類・代替フロン類の長期変動を解析した結果について報告する。

今回特に注目したのは、フロン類のCFC-11, CFC-12、及び代替フロンのHCFC-22である。オゾン層を破壊するフロン類及び代替フロンのうちのHCFCsは1987年のモントリオール議定書で生産と消費が規制され、徐々にHCFCやHFC、さらに自然冷媒への転換が進んできている。ところが、2018年に、アジアにおける2011年以降のCFC-11の違法な生産を示唆する論文が発表された（Montzka et al., Nature, 2018）。これら、CFCs, HCFCsは地上におけるガスクロマトグラフ・質量分析計による測定のほかに、赤外分光観測によって大気中の濃度の測定が可能である。我々は、1995年からの日本におけるFTIRの観測データから、CFC-11, CFC-12, HCFC-22の高度分布と気柱全量の長期変動の様子を、SFIT4という解析ツールを用いて解析した。Figure 1にHCFC-22の上空気柱全量の値の長期変動の様子を、Figure 2に地表から8 kmまでの積算値の変動の様子を示す。気柱全量に見られる夏のピークは、対流圏界面高度の変動の結果と思われ、0～8 kmの積算値ではその変動がなくなっている様子を見てとることが出来る。このような、高度分布に関する情報を地上から得ることが出来るのは、FTIR観測の特徴の一つである。発表では、CFC-11やCFC-12の解析例や粒跡線解析の結果についても発表する。

キーワード：フロン、代替フロン、FTIR
Keywords: CFC, HCFC, FTIR

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Figure 1

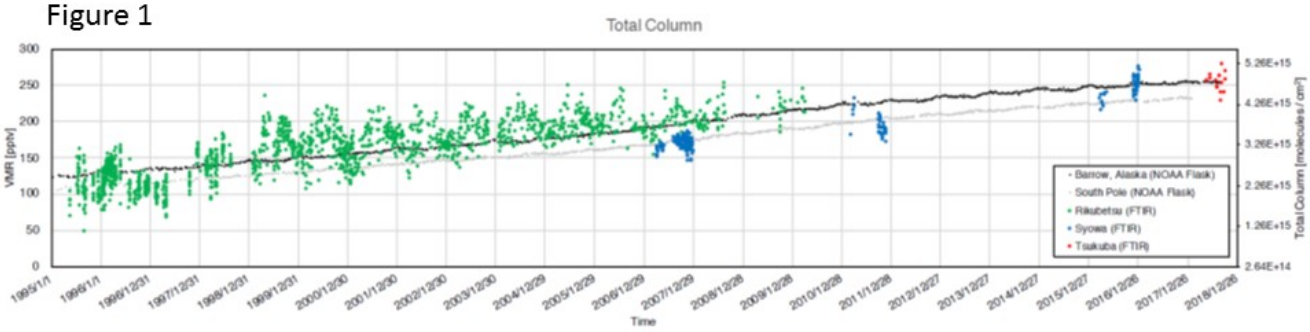
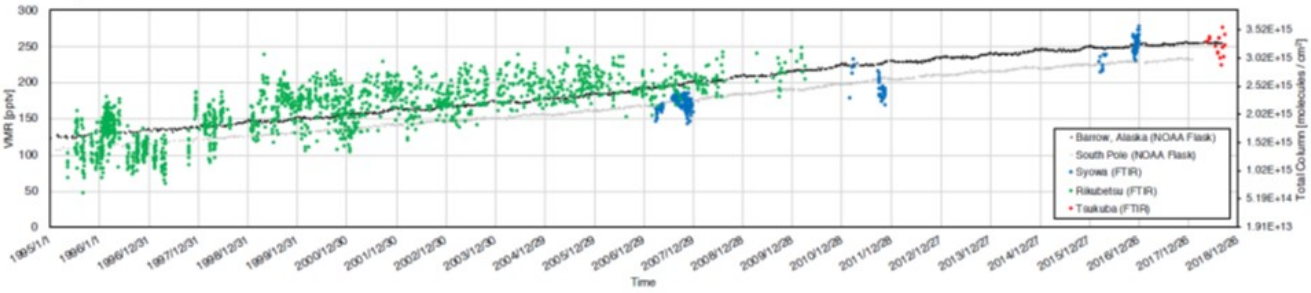


Figure 2



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南米最南端部リオガジェゴスにおける2015-2017年のミリ波成層圏オゾン観測

Millimeter-wave observation of stratospheric ozone in 2015-2017 in Rio Gallegos at the southern tip of South America

*水野 亮[1]、關 博則[1]、長浜 智生[1]、大山 博史[2]、Salvador Jacobo[3]、Orte Facundo[3]、Wolfram Elian[3]
*Akira Mizuno[1], Hironori Seki[1], Tomoo Nagahama[1], Hirofumi Ohyama[2], Jacobo Salvador[3], Facundo Orte[3], Elian Walfram[3]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 国立環境研究所、3. レーザー応用技術研究所, UNIDEF アルゼンチン
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. National Institute for Environmental Studies, 3. Laser and Applications Research Center, UNIDEF (CITEDEF-CONICET)

我々は2013年から５年間、JSTーJICA　SATREPS(地球規模課題対応国際科学技術協力)プログラムの下でチリ・アルゼンチンとの国際共同プロジェクト　SAVER-Netプロジェクトを進めてきた。このプロジェクトでは、先端的観測施設の空白域である南米地域での地上大気観測網、特にオゾン・紫外線およびエアロゾルの観測網をアルゼンチンおよびチリとの国際協力の下で整備した。南米南端部はオゾンホールがしばしば到来し、地域住民への健康影響が懸念されており、プロジェクト終了後もオゾンホール／紫外線量予測のための共同研究を進めている。

今回は南米大陸南端部に位置するアルゼンチン・リオガジェゴスの南部パタゴニア大気観測所(OAPA)に設置した名古屋大学のミリ波分光計によるオゾン観測の解析結果について報告する。解析期間は2015年4月から2016年3月と2016年9月から2017年8月の期間で、悪天候や装置トラブルを除いて約9400の１時間平均オゾン高度プロファイルを得た。オゾンホールが到来する9月および10月についてMERRA-2気象場再解析データから導出した温位、渦位、気温等と高度毎のオゾン混合比を比較した。

その結果、

・温位1000K(高度～35 km)以下では、渦位の絶対値とオゾン混合比の相関が高い。

・オゾンホールの到来に伴い、高度~25kmでは極渦空気塊の移流に伴い気温の減少、高度～35km以上では極渦の下降流に伴う気温上昇がみられる。

等の特徴が明らかになり、渦位の絶対値と気温で簡便にオゾンホール内に入ったかどうかの識別が可能であることを明らかにした。

発表では、史上３番目の面積を記録した2015年と2016年のオゾンホールをリオガジェゴスという定点から観測した場合の特徴について詳しく議論する。

キーワード：オゾンホール、ミリ波分光、南米、極渦
Keywords: ozone hole, millimeter-wave spectroscopy, South America, polar vortex

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-AS 大気科学・気象学・大気環境

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | 103 1F

[A-AS04] 大気化学

コンビーナ:中山 智喜(長崎大学　大学院水産・環境科学総合研究科)、岩本 洋子(広島大学　生物圏科学研究科)、豊田 栄(東京工業大学物質理工学院)、江口 菜穂(Kyushu University)、座長:中島 英彰(国立環境研究所)

対流圏及び成層圏の化学・力学(輸送、物質循環)過程、大気圏と他圏（例えば生物圏）との相互作用に関する研究発表を中心に募集する。バックグラウンド大気から都市大気、数値モデル・観測・リモートセンシング・実験室的研究、ガス・エアロゾル研究の全てを対象とする。日本大気化学会を中心として開催するが、他の学協会会員による大気化学関連の発表や、分野の境界領域に位置する発表も大いに歓迎し、広い視野から大気化学を議論したい。なお、スライドおよびポスターの作成言語は英語が望ましい。

15:30 ~ 16:00

[AAS04-28] 惑星大気 - 火星・金星 -

★招待講演

*前澤 裕之[1] (1.大阪府立大学大学院理学系研究科物理科学科)

16:00 ~ 16:15

[AAS04-29] フーリエ変換型赤外分光計を用いた地上観測によるつくば上空メタン高度分布の精度検証

代 友輝[2]、*村田 功[1]、中島 英彰[3]、森野 勇[3] (1.東北大学大学院環境科学研究科、2.東北大学大学院理学研究科、3.国立環境研究所)

16:15 ~ 16:30

[AAS04-30] **Retrieval of HFC-23 from FTIR observations at Syowa Station, Rikubetsu and Tsukuba**

*武田 真憲[1,2]、中島 英彰[2,1]、村田 功[1]、長浜 智生[3]、森野 勇[2] (1.東北大学 大学院環境科学研究科、2.国立環境研究所 地球環境研究センター、3.名古屋大学 宇宙地球環境研究所)

16:30 ~ 16:45

[AAS04-31] 全球大気光化学場における雲分布の役割

*松田 涼樹[1]、須藤 健悟[1,2] (1.名古屋大学大学院環境学研究科地球環境科学専攻、2.海洋研究開発機構)

16:45 ~ 17:00

[AAS04-32] 成層圏・対流圏オゾン交換の全球分布と経年変動の推定：気候場変動の影響

*須藤 健悟[1,2]、Xin Li[1] (1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.海洋研究開発機構)

惑星大気 - 火星・金星 -
Planetary atmosphere - Mars and Venus -

*前澤 裕之[1]
*Hiroyuki Maezawa[1]

1. 大阪府立大学大学院理学系研究科物理科学科
1. Department of Physical Science Osaka Prefecture University

近年、系外惑星の探査や原始惑星系円盤などの研究が急加速している。こうした中、系内外の地球型惑星の大気環境やハビタビリティや、中心星の活動が周囲の惑星の大気環境に与える影響について一層の理解を深めていく上で、すでに固有磁場を失っている火星や金星は貴重な研究ターゲットである。

火星ではメタンが検出されており、その発生起源はもとより、消失を促す大気や地表での酸化反応ネットワークの解明に向けた調査が続いている。CO_2を主大気とする地球型惑星では、CO_2は太陽光によりCOや酸素へと光解離される。火星や金星ではこのCOや酸素の存在量比が少なく、どのように酸化されてCO_2に戻っているのか、まだ完全には解明されておらず、これはCO_2の安定問題と呼ばれている。地球型惑星の大気環境の変遷の理解のためにも、火星におけるH_2O、H_2O_2、OHなどの時空間変動やO_2の高度分布など、酸化剤やその同位体含めた詳細かつ系統的な観測が今後も重要な課題の１つとなっている。

金星については、雲高度付近の高速のスーパーローテションが知られており、さらにその上層では昼夜間対流が存在すると考えられている。しかし、例えば、昼夜間対流は朝面・昼面で単純で同一のパターンでは無いことも近年次第に分かってきており、さらには、最近、あかつき衛星が大規模な大気重力波の影響なども捉え、より複雑なダイナミクスを伴っているようである。こうした輸送環境が、金星のSOx、HOx、COx、塩化物やエアロゾル、硫酸などの物質循環や酸化反応ネットワークをどのように駆動しているかの解明も、今後重要なテーマである。CO_2大気を纏う典型的な地球型惑星において、バイオマーカーであるO_2やO_3がどの程度非生物的に形成されるのかについても、今後、金星や火星は重要な知見を与えてくれるだろう。

本講演では、アタカマ大型ミリ波・サブミリ波干渉計などのヘテロダイン分光観測で探る惑星大気の観測についても触れる予定である。ミリ・サブミリ波は波長が長く、エアロゾル/ダストの影響を受けにくい。また、高い周波数分解能により惑星大気の微量分子の高度分布を導出でき、スペクトルのドップラーシフトから高層大気の速度場を推定することも可能である。さらに、太陽のような背景光源が不要なため昼夜問わず観測が可能である。他波長の地上望遠鏡・探査衛星による観測と合わせて、現在の金星・火星の大気環境の研究について紹介する。

キーワード：惑星大気、地球型惑星、太陽系、火星、金星、ヘテロダイン分光
Keywords: Planetary Atmosphere, Terrestrial planet, Solar System, Mars, Venus, Heterodyne Spectroscopy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

フーリエ変換型赤外分光計を用いた地上観測によるつくば上空メタン高度分布の精度検証
Validation of methane profile observed with FTIR at Tsukuba

代 友輝[2]、*村田 功[1]、中島 英彰[3]、森野 勇[3]
Yuki Dai[2], *Isao Murata[1], Hideaki Nakajima[3], Isamu Morino[3]

1. 東北大学大学院環境科学研究科、2. 東北大学大学院理学研究科、3. 国立環境研究所
1. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, 2. Graduate School of Science, Tohoku University, 3. National Institute for Environmental Studies

メタンは地球温暖化において二酸化炭素に次いで重大な影響を及ぼす気体である。CH_4濃度は年々変動が大きく、場所による違いも大きいが、排出源が多様であることもありその原因がよく理解されていない。東北大学と国立環境研究所ではつくばの国立環境研究所内に設置されているフーリエ変換型分光計（FTIR）を用いた大気微量成分の観測を1998年から行っている。FTIRは地上から太陽を光源として測定することで大気微量成分の全量を観測でき、本研究で使用しているFTIRは波数分解能が0.0035cm^{-1}と高いため、インバージョン法により各微量成分の高度分布を求めることもできる。しかし、FTIR観測の全量の検証はある程度行なわれているものの、高度分布についての検証はまだ不十分であるのが現状である。また、CH_4のスペクトルフィッティングの誤差要因の一つに水蒸気量がある。日本のように水蒸気量が多く、季節変化を伴う場合、H_2Oの変動がCH_4の解析精度に影響を与える。

そこで、本研究ではFTIRから導出されるつくば上空CH_4の対流圏のパーシャルカラムの精度検証を行なった。精度検証の基準としては東北大学大学院理学研究科大気海洋変動研究センターによる航空機観測のCH_4サンプリングデータを用いた。また、解析に使用するCH_4高度分布の初期値、波数領域、水蒸気高度分布の初期値を検討することによって、解析の精度が向上するか比較した。

FTIRの解析にはスペクトルフィティングプログラムSFIT4を用いた。SFIT4はRinsland et al. [1998]を基に開発されており、リトリーバルの方法としてはOptimal Estimation Method [Rodgers, 2000]を用いている。解析には3μm 付近の吸収線を用い、本研究では、つくばの観測データのうち2012-2017年の観測スペクトルについての解析を行った。

まず、CH_4高度分布の初期値依存性を調べたところ、解析期間内に実際に起こりうる10%程度のCH_4濃度変化に対して求められたパーシャルカラムの変化量は0.02%程度となり、初期値依存性は無視できるほどであることが分かった。

次に、水蒸気の影響を考慮するために解析手法の最適化を行なった。解析に用いる波数領域について2通り（Sussmann et al. [2011]で湿度の高い地域での解析に推奨されている3つの波数領域を用いて解析した結果（3MW）と通例使われる5つの波数領域で解析した結果（5MW））、初期値の水蒸気高度分布について2通り（モデルで求められる月平均の水蒸気高度分布を初期値に用いる場合（v1）とFTIRの観測から求めたその日の水蒸気量を用いる場合（v5））の組み合わせで合計4通りの解析手法について、2012年の全観測の解析結果をフィッティングの良否の指標である残差二乗平均（RMS）と高度情報の量を表す指標（DOFs）の年間平均値を用いて比較検証した。

その結果、まず水蒸気高度分布の初期値に関しては、3MWv1と3MW v5の比較ではともにRMS年間平均0.176、DOFs年間平均3.18と3桁目まで一致しており、3MWでは水蒸気による影響は少なくv1、v5による違いは無視できる程度であった。一方、5MW v1と5MW v5を比較したところ、RMS年間平均ではv5の方がv1よりもが0.05低く、DOFs年間平均でもv5の方がv1よりも0.03大きく、いずれの指標でもv5の方が良い結果となった。次に、波数領域の比較に関しては、3MW v5と5MW v5の比較では、DOFs年間平均は5MW v5の方が0.19大きいものの、RMS年間平均は3MW v5の方が0.04低かった。そのため、5MW v5は高度情報が多いものの、フィッティングは3MW v5 良いことが分かった。3MWv1と5MWv1の比較でも同様の結果であった。以上から、3MW v1、3MW v5、5MW v5は上記の比較だけでは優劣をつけることできないと判断し、5MW v1のみ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

水蒸気の影響を受けやすく他の3つより若干劣ると考え、この段階で5MW v1の解析結果は検証対象から外すこととした。

残った3MW v1、3MW v5、5MW v5について航空機観測と比較検証を行なった。まず、解析期間内の全てのFTIR観測結果を用いた比較では、３つの解析手法いずれも5-10%程度の不一致が夏季を中心に生じており、十分な精度で航空機観測と一致しているとは言えなかった。次に、FTIRのRMSが0.15以下の解析結果だけを用いると、FTIRが航空機観測よりも2.9%過小評価する一定のバイアスを除けば、月々のFTIR／航空機CH_4パーシャルカラム比の標準偏差はどの解析手法でも1.6-1.7%程度であり、どの解析手法でもFTIRと航空機のCH_4パーシャルカラムの相対精度2.3% の範囲内でFTIRの結果が航空機観測と一致することがわかった。また、この場合も３つの解析手法間に特に有意な差はみられなかった。

以上から、検証に用いた4つの解析手法のうち5MW v1は水蒸気の影響を受けやすいものの、他の3MW v1、3MW v5、5MW v5の3つの解析手法には有意な違いはなく、FTIR解析時のRMSを0.15以下に制限することによって同程度の精度で航空機観測と一致する解析結果が得られることが分かった。

キーワード：フーリエ変換型分光計、メタン、高度分布、精度
Keywords: FTIR, Methane, Height profile, Accuracy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Retrieval of HFC-23 from FTIR observations at Syowa Station, Rikubetsu and Tsukuba

*武田 真憲[1,2]、中島 英彰[2,1]、村田 功[1]、長浜 智生[3]、森野 勇[2]
*Masanori Takeda[1,2], Hideaki Nakajima[2,1], Isao Murata[1], Tomoo Nagahama[3], Isamu Morino[2]

1. 東北大学 大学院環境科学研究科、2. 国立環境研究所 地球環境研究センター、3. 名古屋大学 宇宙地球環境研究所
1. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, 2. Center for Global Environmental Research, National Institute for Environmental Studies, 3. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

The Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer has successfully been regulated production and consumption of chlorofluorocarbons (CFCs) and global atmospheric CFCs concentration have kept decreasing. On the other hand, production and consumption of hydrochlorofluorocarbons (HCFCs) and hydrofluorocarbons (HFCs) as alternatives for CFCs are expanding up to the present. Especially, HFC-23 (CHF_3) which has very high global warming potential (100yr-GWP: 12,400) is generated as unavoidable by-product of HCFC-22 ($CHClF_2$) production and their emissions into atmosphere have been increasing relevant to production of HCFC-22. Observations of these gases are possible not only by in-situ gas-chromatogram/mass-spectroscopy systems, but also by infrared spectroscopic measurements. Ground-based Fourier Transform Infrared spectrometer (FTIR) has a capability to monitor multiple gas species simultaneously. In this study, we retrieved total column abundances and vertical profiles of HFC-23 from ground-based FTIR observations with the SFIT4 version 0.9.4.4 based on the optimal estimate method (Rodgers, 2000).
We operated atmospheric solar absorption measurements using ground-based FTIR instrument at Antarctic Syowa Station (69.0ºS, 39.6ºE) in 2007, 2011 and 2016. We used two micro-windows (MWs) of 1138.5-1148.0 cm^{-1}(MW1) and 1154.0-1160.0 cm^{-1}(MW2) in this study. As the spectroscopic parameters of HFC-23, the pseudo line lists produced by G. C. Toon (NASA/JPL) were used. For other interfering species, the line parameters from HITRAN2008 were used. Temperature and pressure vertical information from surface to 40 km a.s.l. were taken by the daily temperature and pressure profiles from NCEP (National Centers for Environmental Prediction) Reanalysis-1 dataset. Meteorological information above 40 km a.s.l. were adopted from the monthly climatological profiles from the COSPAR International Reference Atmosphere (CIRA-86) dataset. The HFC-23 a priori profile was taken fromthe simulated profile by Naik et al. (2000), but that was scaled to make the concentration of the lowest level equal to 20 pptv which is the approximate value of surface concentration in southern hemisphere in 2007. For H_2O and its isotopologues, the a priori profiles were taken from independent preliminarily profile retrievals for each observed spectra. For other interfering species, 40 years (1980-2020) mean profiles of the monthly profiles provided from WACCM (Whole Atmosphere Community Climate Model) version 6 were used as a priori profiles. Figure 1 shows the timeseries of the FTIR-retrieved total columns of HFC-23. According to the error analysis, mean systematic and random errors on the HFC-23 retrievals were ~40% and ~10% to retrieved HFC-23 total column, respectively. The FTIR observation is practicable to estimate the trend of atmospheric HFC-23, because the random uncertainty is relatively small.
In addition, we performed retrievals of HFC-23 from FTIR spectra at Rikubetsu (43.46ºN, 143.77ºE) and Tsukuba (36.05ºN, 140.12ºE) in Japan in the same way as the retrieval strategy at Syowa Station. In the presentation, we will discuss on the differences of HFC-23 trends among these three FTIR sites, along with the trends of HCFC-22 from FTIR observations.

References

Naik, V., Jain, A. K., Patten, K. O. and Wuebbles, D. J., Consistent sets of atmospheric lifetimes and

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

radiative forcings on climate for CFC replacements: HCFCs and HFCs, J. Geophys. Res.,105(D5), 6903-6914, 2000.
Rodgers, C. D., Inverse methods for atmospheric sounding –Theory and practice, edited by: Taylor, F. W., World Scientific, Singapore, 2000.

キーワード：HFC-23、代替フロン、FTIR
Keywords: HFC-23, HCFC, FTIR

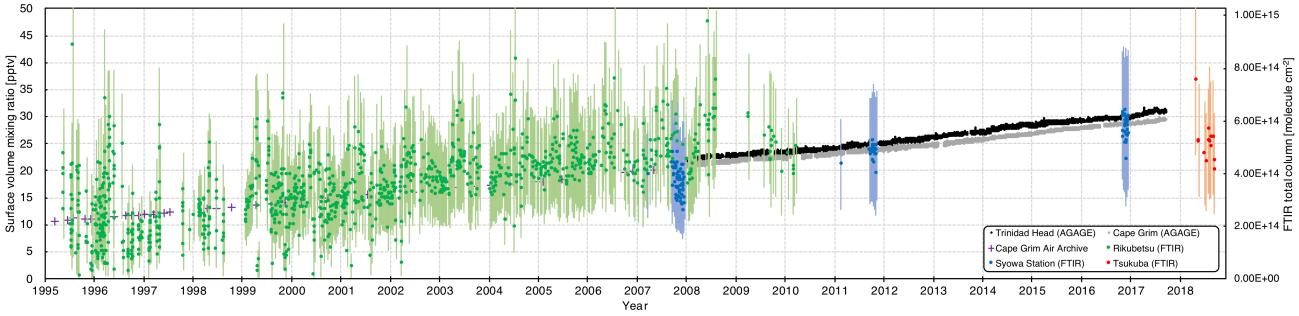


Figure 1. The timeseries of the FTIR-retrieved total columns of HFC-23 at Rikubetsu (green), Syowa Station (blue) and Tsukuba (red) with the retrieval uncertainties, along with ground-based in-situ measurements at Trinidad Head (41.05°N, 124.15°W; black) and Cape Grim (40.68°S, 144.69°E; grey). Also, Cape Grim Air Archive data (purple) is plotted during the period of 1995 to 2007.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

全球大気光化学場における雲分布の役割
Roles of cloud distribution in global atmospheric photochemistry

*松田 涼樹[1]、須藤 健悟[1,2]
*Ryoki Matsuda[1], Kengo Sudo[1,2]

1. 名古屋大学大学院環境学研究科地球環境科学専攻、2. 海洋研究開発機構
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University , 2. Japan Marine-Earth Science and Technology

大気中の化学反応は、オゾン（O_3）やメタン（CH_4）、窒素酸化物（NOx）、硫黄酸化物（SOx）やエアロゾルの生成・消滅に直接関与し、大気環境や気候変動に与える影響も大きい。このような大気化学反応はO_3等の紫外線による光解離反応によって駆動されるため、雲分布に大きく左右されると考えられる。本研究では主に対流圏の大気化学場に対して、雲分布が光解離過程を介してどのような役割を演じているか、全球化学輸送モデル（化学気候モデル）と観測（衛星・航空機）データを組み合わせることで、定量的な推定・検証を行った。

まず初めに、使用する全球化学気候モデル「CHASER」上の雲分布が現実的であるか、衛星観測データ（ISCCPのD2データ）を用いて検証を行った。この結果、モデルは衛星データに見られる雲量の全球分布を概ね再現できていることが確認された。

次に上述のモデルを用いて、雲による光解離過程変動を通じた全球大気化学場への影響を感度実験により推定した。この結果、OHラジカル濃度は地表面付近で10～20%減少するとともに、上部対流圏では10～20%増加することが示された。これは低中層雲による太陽光の散乱・反射効果を反映したものであり、先行研究とも整合的である。大気の酸化能力の指標でもある全球平均OH濃度は、雲の光解離影響によって約12%増加し、また対流圏O_3の全球平均濃度は約0.7%増加する結果となった。

さらに、南北太平洋の広域において展開された航空機による大気化学観測のデータ（NASAのATOM-1）を用いて、先の感度実験で確認した雲による大気化学場への影響の妥当性を検証した。この結果、OH、O_3ともにモデル中の光解離計算で雲を考慮した方が現実の大気化学場をより正確に再現することが確認された。また雲を考慮したことによる各濃度の変動傾向は、上述の全球濃度場の変動傾向と整合的であった。

以上より、雲の存在による光解離過程への影響は全球大気化学場、特にOH濃度場を大きく左右することが定量的に示された。OHはCH_4や一酸化炭素（CO）、CFCs等、気候やオゾン層に影響を及ぼす重要物質の濃度を支配している。したがって、雲分布の変動がこれらの物質分布を大きく変化させ、気候・大気環境変動に付加的な影響を及ぼす可能性が示唆される。

キーワード：雲、化学気候モデル、オゾン、OHラジカル
Keywords: Cloud, Chemistry-transport model, Ozone, OH radical

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

成層圏・対流圏オゾン交換の全球分布と経年変動の推定：気候場変動の影響

Evaluating global distribution and interannual variation of stratosphere-troposphere exchange of ozone: impacts of climate variabilities

*須藤 健悟[1,2]、Xin Li[1]
*Kengo Sudo[1,2], Xin Li[1]

1. 名古屋大学大学院環境学研究科、2. 海洋研究開発機構
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. Research and Development Center for Global Change, JAMSTEC

The stratosphere-troposphere exchange (STE) of ozone (O_3) can have significant impacts on the interannual variability and long-term trend of global tropospheric ozone and radiation budget. This study investigates global STE of O_3 particularly focusing on the roles of major climate variabilities such as ENSO, PDO, and QBO and climate trend (surface temperature). Using a chemistry coupled climate model, this study estimates temporal variation in the vertical and meridional STE O_3 fluxes during the years of 2000-2016. For the major climate variabilities of ENSO and PDO, associated STE changes are assessed in detail using a composite analysis. The model validation shows that the model well captures the OMI-observed tropospheric column ozone (TCO) abundances (r~0.55), especially around the tropical Pacific (r~0.8). It is shown that in the tropics there is upward O_3 transport to the stratosphere (troposphere to stratosphere transport, TST) while in the extratropics, O_3 transport is downward (stratosphere to troposphere transport, STT), consistent with the Brewer-Dobson circulation in the stratosphere. Although geographical distributions of vertical and meridional STE fluxes are not changed largely by ENSO or PDO, the STE fluxes are significantly amplified by the ENSO events. Horizontal patterns of STE flux anomaly are found to be similar with respect to the El Niño episodes and the PDO warm phases (STT increased by 21% and 10%, respectively, in the northwest Pacific). These anomalies are reversed during the La Niña and PDO cold phases (STT decreased by 16% and 3%, respectively, in northeast Pacific). The anomaly of global net STE O_3 flux is interpreted as several key factors using a multiple-regression analysis. The result shows that the STE anomaly is explained largely by the combination of ONI, PDO, QBO, and global mean surface temperature (R^2~43%). Contributions of ONI and PDO to STE anomaly are estimated to be 22.3% and 23.1%, respectively. This study quantitatively reveals the possible connection between climate condition and STE.

キーワード：成層圏・対流圏間交換、オゾン、化学気候モデル、化学気候相互作用、気候変動、対流圏オゾン収支
Keywords: Stratosphere-Troposphere Exchange (STE), Ozone, chemistry climate model, chemistry-climate interaction, climate change, Budget of tropospheric ozone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-OS 海洋科学・海洋環境

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_2

[A-OS07] 季節内から十年規模の気候変動と予測可能性

コンビーナ:望月 崇(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、V Ramaswamy(NOAA GFDL)、Doug Smith(Met Office)、森岡 優志(海洋研究開発機構)

熱波や洪水、干ばつなどの異常気象の頻度や強度の変化を通じて、気候変動は我々の生命や生活、社会経済活動の大きな脅威となりつつある。これには、MJOやIOD、ENSO、PDV、AMVなど、季節内から季節、経年、十年といった幅広い時間スケールの気候現象が複雑に関係している。これまで、それぞれの時間スケールに注目しながら気候現象の理解と予測に対する努力が重ねられてきたが、それでもなお季節内から十年規模の気候変動を幅広く予測するには未だ大きな不確実性がある。個別の気候現象に対する不十分な理解に加えて、異なる時空間スケールで卓越する諸現象の相互作用（例えば、熱帯低気圧とENSO現象の相互作用）や、複数の場をまたぐ物理プロセス（例えば、成層圏-対流圏結合や大気海洋海氷相互作用）に対する理解の不足は特に強調されるべき点である。本セッションでは、季節内から十年規模の気候変動と予測可能性をターゲットにして、観測、理論、数値シミュレーションなど様々なアプローチによって得られている現在の知見を共有することにより、より良い理解と予測のために解決すべき問題点と進むべき方向性を明らかにする。

[AOS07-P01] Changes in North American and European Heatwave Characteristics

*Szandra A. Peter[1]、Ben Kirtman[1] (1.Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science)

[AOS07-P02] **The effects of the "New Climate" Warming on Western Mediterranean: Situation of the Recent Extreme Events**

*Mohammed-Said KARROUK[1] (1.Hassan II University of Casablanca)

[AOS07-P03] **Month-to-month Difference of the Western Pacific Subtropical High Simulated by CMIP5 Models**

*Xiao Dong[1]、Renping Lin[1] (1.Institute of Atmospheric Physics)

[AOS07-P04] Potential regulation on the climatic effect of Tibetan Plateau heating by tropical air–sea coupling

*Ziqian Wang[1]、Anmin Duan[2]、Song Yang[1] (1.School of Atmospheric Sciences, Sun Yat-sen University、2.Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences)

[AOS07-P05] Intraseasonal variation of the South Asian high and its role in connecting the Indian and East Asian summer monsoons

*Wei Wei[1] (1.Sun Yat-sen University)

[AOS07-P06] Mean Surface Air Temperatures in Japan - Regional Classification and Interranual Variability

*Pascal Oettli[1]、Masami Nonaka[1]、Swadhin Behera[1] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

[AOS07-P07] Inter-Annual Variability of the Indonesian Rainfall and Air-Sea Interaction over the Indian-Pacific Ocean Associated with Regime Shift

*Murni Ngestu Nurutami[1]、Tadahiro Hayasaka[1] (1.Center for Atmospheric and Oceanic Studies, Graduate School of Science, Tohoku University)

[AOS07-P08] Exploring synoptic-scale drivers of interannual rainfall variability over Africa

*Piotr Wolski[1]、Chris Jack[1]、Waarith Abrahams[1]、Stefaan Conradie[1] (1.University of Cape Town)

[AOS07-P09] **Effect of El Niño on the response ratio of Hadley circulation to different SST meridional structures**

*Juan Feng[1] (1.Beijing Normal University)

[AOS07-P10] **Novel data-driven approach for ENSO prediction**

*Dmitri Kondrashov[1]、Evgeniy Loskutov[2]、Andrei Gavrilov[2]、Dmitry Mukhin[2]、Alexander Feigin[2] (1.University of California, Los Angeles, United States、2.Institute of Applied Physics of the Russian Academy of Sciences, Nizhny Novgorod, Russian Federation)

[AOS07-P11] Experimental seasonal climate prediction using CFES: Comparison with the SINTEX-F systems

*小守 信正[1]、田口 文明[2]、吉田 聡[3,1]、土井 威志[1]、野中 正見[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.東京大学先端科学技術研究センター、3.京都大学防災研究所)

[AOS07-P12] Exploring the SST error growth during ENSO developing phase by using BCC_CSM1.1(m)

*Ben Tian[1]、Hongli Ren[1] (1.National Climate Center, China Meteorological Administration)

[AOS07-P13] Role of sea-ice initialization in climate predictability over the Weddell Sea

*森岡 優志[1]、土井 威志[1]、Doroteaciro Iovino[2]、Simona Masina[2]、Swadhin Behera[1] (1.海洋研究開発機構、2.Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC))

[AOS07-P14] Observed and hindcasted subdecadal variability of the tropical Pacific climate

*望月 崇[1]、渡部 雅浩[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.東京大学大気海洋研究所)

Changes in North American and European Heatwave Characteristics

*Szandra A. Peter[1], Ben Kirtman[1]

1. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science

Heat waves are a serious threat to ecosystems, society and the economies of the world. By calculating specific threshold values from daily maximum 2 m temperatures of the NCEP/NCAR reanalysis data (Kalnay et al. 1996), the frequency of heat waves during summer months (JJA) in Europe and the US is determined for the period of 1982 to 2017. The differences between the first and the second half of the 36-year period are discussed, and the results are compared to the North American Multi-Model Ensemble (NMME) forecast with specific focus on recent heat waves in the Pacific Northwest of North America and Central Europe. The connection between heat waves and known climate variability (i.e., the NAO, PNA) is analyzed. We strive to assess the importance of natural variability, such as the NAO, in the frequency of heat waves by comparing the first and last half of the studied 36-year period. We also examine how well the NMME retrospective and real-time forecasts capture heat waves (and cold spells), and the sources of predictability (i.e., sea surface temperature anomalies, land surface conditions), and how the predictability connects to the various modes of climate variability.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The effects of the "New Climate" Warming on Western Mediterranean: Situation of the Recent Extreme Events

*Mohammed-Said KARROUK[1]

1. Hassan II University of Casablanca

Since the nineties of the last century, climatological research following a great scientific advance in the field of prediction, not the variability and evolution of the different climatic parameters was beginning to be clearer!

But today, since the beginning of 2005, certainly due to oceanic thermal cumulations, and the shift of climatic zones towards poles in selective forms (more intense on the oceans present on the continents); Climatic events do not evolve according to the usual and expected rhythms: atmospheric circulation, precipitation, temperatures, seasonal phenomena, etc. These conditions are a spatiotemporal evolution and distribution, which characterize the new "global climate", by the new atmospheric regime imposing the Meridian Atmospheric Circulation (MAC), alternating the conditions of Freshness (humidity) and Heat (drought) along the year.

In this new situation, Western Mediterranean, located in the climate transition zone, is fully affected by the "New Climate". Usually, the atmospheric response to major climatic events (ENSO) in this region such as "El Niño" was characterized by the establishment of the NAO positive index, stability and drought, due to dominance Zonal Atmospheric Circulation in winter. On the other hand, in the "La Niña" episode, the negative index of the NAO and the predominant Meridian Atmospheric Circulation and precipitation became abundant.

Since the beginning of this century, qualified meteorological events of "exceptional !" causing floods have continued to occur in Western Mediterranean, with increasing recurrence, prompting us to wonder about the "new" mode of hydro-thermal function of the climate system that induces torrential rains, as well as its effect on environments and societies.

Thanks to spatial observation and monitoring of meteorological conditions over the last 15 years, these types of alternating Heat / Cold conditions have become predictable, enabling decision-makers today to prepare adequately for the management of related risks to the "New Climate" warmed.

Keywords: "New Climate" Warmed, New Atmospheric Circulation, Meridian Atmospheric Circulation (MAC) , Western Mediterranean, Heat / Cold, Drought / Flood

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Month-to-month Difference of the Western Pacific Subtropical High Simulated by CMIP5 Models

*Xiao Dong[1], Renping Lin[1]

1. Institute of Atmospheric Physics

The western Pacific subtropical high (WPSH) is an important circulation system of the East Asian summer monsoon (EASM). Most previous studies have focused on the variability of summer mean WPSH. Note that the WPSH also experiences subseasonal variation from early to late summer. In this study we examined the month-to-month shift of the WPSH in boreal summer, that is, from June to July and from July to August, simulated by CMIP5 Atmospheric General Circulation Models (AGCMs) and coupled models. Results show that climatologically AGCMs can reproduce the northward shift of the WPSH better than eastward retreat from July to August. Compared with AGCMs, coupled models can improve the month-to-month shift simulation to some extent, indicating that the air-sea coupling processes are also important in subseasonal timescale.

Keywords: western Pacific subtropical high, CMIP5 simulation, month to month variation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Potential regulation on the climatic effect of Tibetan Plateau heating by tropical air–sea coupling

*Ziqian Wang[1], Anmin Duan[2], Song Yang[1]

1. School of Atmospheric Sciences, Sun Yat-sen University, 2. Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences

Based on the conventional weather research and forecasting (WRF) model and the air–sea coupled mode WRF-OMLM, we investigate the potential regulation on the climatic effect of Tibetan Plateau (TP) heating by the air–sea coupling over the tropical Indian Ocean and western Pacific. Results indicate that the TP heating significantly enhances the southwesterly monsoon circulation over the northern Indian Ocean and the South Asia subcontinent. The intensified southwesterly wind cools the sea surface mainly through the wind-evaporation-SST (sea surface temperature) feedback. Cold SST anomaly then weakens monsoon convective activity, especially that over the Bay of Bengal, and less water vapor is thus transported into the TP along its southern slope from the tropical oceans. As a result, summer precipitation decreases over the TP, which further weakens the TP local heat source. Finally, the changed TP heating continues to influence the summer monsoon precipitation and atmospheric circulation. To a certain extent, the air–sea coupling over the adjacent oceans may weaken the effect of TP heating on the mean climate in summer. It is also implied that considerations of air–sea interaction are necessary in future simulation studies of the TP heating effect.

Keywords: Air–sea coupling, Tibetan Plateau, Thermal forcing, Regional model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Intraseasonal variation of the South Asian high and its role in connecting the Indian and East Asian summer monsoons

*Wei Wei[1]

1. Sun Yat-sen University

The South Asian high (SAH) is the most intense and persistent upper-level circulation system in the Asian monsoon region during boreal summer. It plays a crucial role in the onset and variation of the Asian summer monsoon. Ample evidence shows that the monsoon onset and activities are closely related to the intraseasonal oscillation (ISO). Previous studies have found that the ISO in the East Asian summer monsoon (EASM) is impacted by the northward or northwestward propagation of the ISO in the South China Sea and the western North Pacific, and the northeastward propagation of the ISO in the tropical Indian Ocean. However, seldom research mentioned the effect of the ISO in the SAH. Our previous studies have shown that the SAH plays an important role in connecting the Indian summer monsoon (ISM) and the EASM on the interannual time scale. However, the effect of the SAH on the connection of the ISM and the EASM on the intraseasonal time scale is still not clear. Actually, the ISO in the SAH is significant in its zonal variation. In this study, we firstly figured out the intraseasonal variation feature of the SAH. And then, we explored the upper-level signal which will lead to the onset, advance and retreat of the EASM. Considering significant ISO in the ISM, we investigated the ISO feature in the ISM and its effect on the ISO in the SAH. Finally, we addressed a new physical process that the ISO in the ISM will impact the ISO in the SAH, and further influence the advance and retreat of the EASM on the intraseasonal time scale. We try to learn about the intraseasonal variation of the EASM in a new view, and propose a new way to improve the short-term climate prediction and the extended-range weather forecast.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Mean Surface Air Temperatures in Japan - Regional Classification and Interranual Variability

*Pascal Oettli[1], Masami Nonaka[1], Swadhin Behera[1]

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Back to the year 1886, several divisions of the climate of Japan into homogeneous climatic regions have been proposed, following different approaches of the question. This includes the Köppen climate classification (Fukui in 1933; Sekiguchi in 1949), the new Thornthwaite climate classification (Isozaki in 1933; Fukui in 1957) or the similarities of weather conditions. The latter is performed either throughout the year (Nakagawa in 1899; Sekiguchi in 1959; Yoshino in 1980) or during specific seasons (Iwakiri in 1967; Murata and Yoshino in 1988), sometimes with the help of statistical techniques, such as principal component analysis and the cluster analysis (Mikami in 1975; Koizumi and Kato in 2012.)

Using a type of artificial neural network called Self-Organizing Map, or SOM, we propose another division of the climate of Japan, solely based on the mean areal surface air temperature anomalies. SOM has been successfully employed in climate studies for more than a decade and has showed its ability to extract simple features from high-dimensional data. Here, SOM is applied to group 762 AMeDAS stations, taken throughout Japan for the last 30 years, into homogeneous clusters (=regions). Clustering is performed seasonally, with a focus on boreal winter (December to February) and boreal summer (June to August). As a result, eight regions are defined and associated time series of temperature anomalies (=indices) are computed.

Subsequently, possible source(s) of the interannual variability of mean surface air temperature anomalies are explored, for a better understanding of the regional differences. For this, correlation coefficients between indices previously defined and different climatic variable anomaly fields (sea-surface temperatures, outgoing longwave radiation, geopotential height...) are calculated. Hopefully, this work would also lead to a better seasonal forecast, taking into account the specificity of each region in regard to their link to the large-scale variability.

Keywords: Japan, Air temperature, Classification, Interannual variability

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Inter-Annual Variability of the Indonesian Rainfall and Air-Sea Interaction over the Indian-Pacific Ocean Associated with Regime Shift

*Murni Ngestu Nurutami[1], Tadahiro Hayasaka[1]

1. Center for Atmospheric and Oceanic Studies, Graduate School of Science, Tohoku University

The inter-annual and inter-decadal variability of the Indonesian rainfall are investigated in association with the interannual climate modes over Indian-Pacific Oceans and the inter-decadal modulation on inter-annual climate variability impact. Rainfall data of the Climate Research Unit (CRU) from 1901 to 2016 and the Global Precipitation Climatology Project (GPCP) from 1979 to 2016 for June –November (JJASON) are used. The empirical orthogonal function (EOF) is used to identify the dominant spatial and temporal variability patterns of rainfall and the standard and partial correlation techniques are used to compare and to quantify the linear relationship between two or more time-series datasets. Based on the first principle component (PC1) of both CRU and GPCP data, the results show that canonical El Niño Southern-Oscillation (canonical ENSO), ENSO Modoki, and Indian Ocean Dipole (IOD) are the major climate modes influencing the inter-annual variability of the Indonesian rainfall, and the Inter-decadal Pacific Oscillation (IPO) is the major decadal phenomenon which affects the decadal variability of Indonesian rainfall. All of the inter-annual climate modes and IPO have negative correlation with the Indonesian rainfall, but the spatial distributions of Indonesian rainfall change associated with each phenomenon are different. During 1970 to 2016, three phases of IPO have been identified which are strongly related to Indonesian rainfall with the correlation coefficient of -0.75. The three phases are a negative phase in 1970-1978, a positive phase in 1979-1997, and another negative phase in 1998-2015. Mostly, these climate modes occur simultaneously, and the impacts of them on rainfall are combined. The driest condition of rainfall occurs when El Niño coincides with positive IOD during positive IPO, and the wettest condition occurs when La Niña –La Niña Modoki coincides with negative IOD during negative IPO over the whole region of Indonesia. The IPO plays a role in modulating the impact of these inter-annual climate modes on their frequencies and magnitudes to Indonesian rainfall from 1970s until present. The responses of the Indonesian rainfall to each inter-annual climate mode modulated by IPO are different as based on their time series correlation coefficient. The negative correlation between canonical ENSO and Indonesian rainfall weakens during negative IPO from early 2000s and intensifies during positive IPO. On the other hand, the negative correlation between ENSO Modoki and Indonesian rainfall and between IOD and Indonesian rainfall increases during negative phase of IPO from late 1990s, and the negative correlation between ENSO Modoki and Indonesian rainfall weakens during positive IPO. Recently, the frequency of ENSO Modoki and IOD and their impacts on Indonesian rainfall increase.

Keywords: Indonesian rainfall variability, El Niño Southern-Oscillation (ENSO), ENSO Modoki, Interannual Variability, Decadal Variability, Interdecadal Pacific Oscillation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Exploring synoptic-scale drivers of interannual rainfall variability over Africa

*Piotr Wolski[1], Chris Jack[1], Waarith Abrahams[1], Stefaan Conradie[1]

1. University of Cape Town

Variability in local climate is a result of an interplay of multi-scale drivers –processes and feedbacks - intertwined within dependency or conditioning chain across spatial scales: from global to synoptic to meso- to local. Resolving these drivers and dependencies can be framed through the following questions: where does a deterministic signal at a particular time scale arise, how does it propagate through space and scales, and how can we maximize our ability to capture it? Here, we report on an exploratory study focusing on the synoptic-scale forcing underlying rainfall variability at the interannual time scale over Africa. In that, we systematically map, over the continent, variables and spatial scales which provide the strongest explanatory power of interannual rainfall variability. In addition, we constrast the explanatory power of mean state of synoptic fields with that of their variance, and of frequency of individual (daily) states. The analyses utilize multiple regression and CCA performed on mean de-orthogonalized fields of q,t,u,v,z at various pressure levels, with daily states of synoptic variables classified using self-organizing maps (SOM). The results are interpreted from the process perspective in terms of their agreement with the current understanding of the role of process chains affecting rainfall over various regions of the contient, and in terms of their implications to statistical downscaling of climate projections and seasonal forecasts.

Keywords: rainfall variability, statistical climatology, Africa, self organizing maps

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Effect of El Niño on the response ratio of Hadley circulation to different SST meridional structures

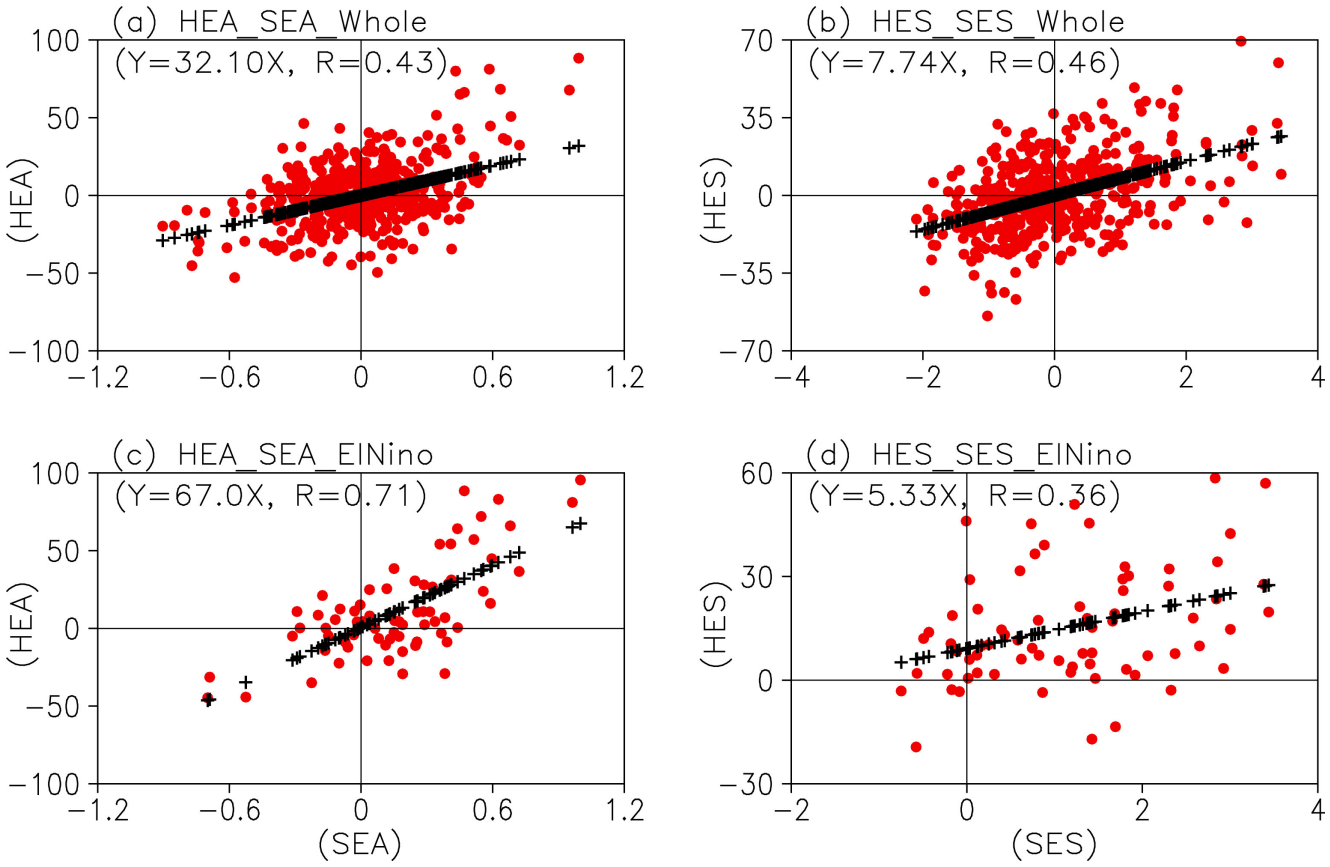
*Juan Feng[1]

1. Beijing Normal University

The role of El Niño in influencing the response ratio of the Hadley circulation (HC) to different tropical sea surface temperature (SST) meridional structures is investigated over the period 1979–2016. The explained variance of the equatorially asymmetric principal mode of HC variability is enhanced during El Niño events that are characterized by equatorially symmetric El Niño SST anomalies. The reason for the enhanced explained variance is examined. It is shown that the response ratio of the HC to different SST meridional structures is greatly enhanced in El Niño events; this is because the SST over the Indo-Pacific warm pool (IPWP) shows inhomogeneous warming in El Niño events, with greater values in the southern IPWP. The asymmetric warming over the IPWP is opposite to the climatological meridional structure of the SST over the IPWP, which intensifies the equatorially symmetric variation of SST, and contributes to the enhanced response ratio of the HC to SST. This point is further verified by the suppression of this enhanced response ratio in El Niño events of the HC to SST when the effects of SST over the IPWP are removed, implying the different warming amplitude within the IPWP during the El Niño events contributes to the enhanced response ratio. The response in La Niña events is also explored, indicating a difference between El Niño and La Niña events. These results may help explain the corresponding variations of the HC during the El Niño events, and highlight the different influences of the El Niño and La Niña events on the response of the HC to SST.

Keywords: Hadley circulation, sea surface temperature, Indo-Pacific warm pool, El Niño

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Novel data-driven approach for ENSO prediction

*Dmitri Kondrashov[1], Evgeniy Loskutov[2], Andrei Gavrilov[2], Dmitry Mukhin[2], Alexander Feigin[2]

1. University of California, Los Angeles, United States, 2. Institute of Applied Physics of the Russian Academy of Sciences, Nizhny Novgorod, Russian Federation

We have developed novel data-driven technique for ENSO prediction that combines two existing approaches: linear dynamical mode (LDM) decomposition of spatially distributed data, and multilevel empirical model reduction (EMR) stochastic modeling approach. The nonlinear EMR model that utilizes dynamical variables obtained by empirical orthogonal function (EOF) decomposition of tropical Pacific SST’ s (Kondrashov et al. 2005), had already achieved a very competitive skill in International Research Institute for Climate and Society (IRI) ENSO real-time multi-model plume (Barnston et al. 2012). On the other hand, Gavrilov et al. (2018) have shown that LDM decomposition provides better modes for ENSO forecast than EOFs.

In the presented results we have used LDM modes as dynamical variables at the main level of multilevel linear EMR model. The model was trained on monthly 1960 -- 2014 sea surface temperatures (30S to 30N, 2x2 deg). The results of comparing skill of the retrospective predictions of the SST-based ENSO indices obtained by EMR model with LDM and EOF modes, will be discussed.

1. Kondrashov, D., Kravtsov, S., Robertson, A. W., & Ghil, M. (2005). A Hierarchy of Data-Based ENSO Models. Journal of Climate, 18(21), 4425–4444. doi:10.1175/JCLI3567.1

2. Gavrilov, A., Seleznev, A., Mukhin, D., Loskutov, E., Feigin, A., & Kurths, J. (2018). Linear dynamical modes as new variables for data-driven ENSO forecast. Climate Dynamics, 1–18. http://doi.org/10.1007/s00382-018-4255-7.

3. Barnston, A. G., M. K. Tippett, M. L. Heureux, S. Li, and D. G. DeWitt, 2012: Skill of real-time seasonal ENSO model predictions during 2002–2011 —is our capability improving? *Bulletin of the American Meteorological Society*, **93 (5)**, 631–651, doi:10.1175/BAMS-D-11-00111.1.

Keywords: ENSO, stochastic modeling, prediction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Experimental seasonal climate prediction using CFES: Comparison with the SINTEX-F systems

*小守 信正[1]、田口 文明[2]、吉田 聡[3,1]、土井 威志[1]、野中 正見[1]
*Nobumasa Komori[1], Bunmei Taguchi[2], Akira Kuwano-Yoshida[3,1], Takeshi Doi[1], Masami Nonaka[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 東京大学先端科学技術研究センター、3. 京都大学防災研究所
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Research Center for Advanced Science and Technology, The University of Tokyo, 3. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

An experimental seasonal climate prediction system has been developed based on the Coupled atmosphere-ocean general circulation model for the Earth Simulator (CFES). Following the well-established systems based on the SINTEX-F model, initial conditions for seasonal climate prediction are constructed by strongly nudging sea surface temperature (SST) to observed one.

At this stage, 12-member ensemble 6-month predictions from the 1st day of March, June, September, and December have been conducted from 1983 through 2018, after 32-years of coupled spin-up integration with SST-nudging to the observed climatology. The experimental system exhibits skill in predicting variability of seasonal-mean 2-m air temperature over the tropical Pacific, and contributes to the improvement of multi-model ensemble prediction with the SINTEX-F systems.

キーワード：実験的季節予測、全球大気海洋結合モデル、大気海洋相互作用、マルチモデルアンサンブル
Keywords: experimental seasonal climate prediction, global coupled atmosphere-ocean GCM, atmosphere-ocean interaction, multi-model ensemble

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Exploring the SST error growth during ENSO developing phase by using BCC_CSM1.1(m)

*Ben Tian[1], Hongli Ren[1]

1. National Climate Center, China Meteorological Administration

Here we assess the ENSO prediction errors as a function of lead time using the seasonal hindcast of the Beijing Climate Center System Model, BCC_CSM1.1(m). The ensemble mean forecasts seems to be more challenging during the developing years of ENSO, compared with those made towards the decay phase. The composites of SST prediction errors are significantly negative and cover a large area in central-eastern tropical Pacific, thus limiting the model in forecasting the onset and intensity of El Niño. The large-scale errors, at their early stage, are generated gradually by negative anomalies in the subsurface temperature of the central-western equatorial Pacific, a process similar to El Niño decay and then transition to La Nina growth phase. Our results support others' work of "sensitive areas" for ENSO predictions, and emphasize the essential accuracy of initial fields and their early evolution, providing information for further improving the forecasting skill of ENSO.

Keywords: El Nino prediction, error evolution, sea surface temperature

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Role of sea-ice initialization in climate predictability over the Weddell Sea

*森岡 優志[1]、土井 威志[1]、Doroteaciro Iovino[2]、Simona Masina[2]、Swadhin Behera[1]
*Yushi Morioka[1], Takeshi Doi[1], Doroteaciro Iovino[2], Simona Masina[2], Swadhin Behera[1]

1. 海洋研究開発機構、2. Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC)
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), 2. Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC)

Potential impact of sea-ice initialization on the interannual climate predictability over the Weddell Sea is investigated using a coupled general circulation model. Climate variability in the Weddell Sea is generally believed to have association with remote forcing such as El Niño-Southern Oscillation and the Southern Annual Mode. However, sea-ice variability in the Weddell Sea has been recently suggested to play additional roles in modulating local atmospheric variability through changes in surface air temperature and near-surface baroclinicity. When both the model’s sea-surface temperature (SST) and sea-ice concentration (SIC) are initialized with observations using nudging schemes, reforecast experiments from September 1st show improvements in predicting the observed SIC anomalies in the Weddell Sea up to four months ahead, compared to the other experiments with only SST initialization. During austral spring (Oct-Dec) of lower-than-normal sea-ice years in the Weddell Sea, reforecast experiments with the SST and SIC initializations reasonably predict high surface air temperature anomalies in the Weddell Sea and high sea-level pressure anomalies over the Atlantic sector of the Southern Ocean. These results suggest that accurate initialization of sea-ice conditions during austral winter is necessary for skillful prediction of climate variability over the Weddell Sea during austral spring.

キーワード：Air-sea-ice interaction、Climate predictability、Weddell Sea
Keywords: Air-sea-ice interaction, Climate predictability, Weddell Sea

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Observed and hindcasted subdecadal variability of the tropical Pacific climate

*望月 崇[1]、渡部 雅浩[2]
*Takashi Mochizuki[1], Masahiro Watanabe[2]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 東京大学大気海洋研究所
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Atmosphere-Ocean Research Institute, The University of Tokyo

The tropical Pacific is highly responsible for controlling the tendencies of global climate. Here, we have found a subdecadal (i.e., 3-year-running means) variation that has been distinctively observed in the 2000s over the tropical Pacific. The warm water that originated from the positive ocean-heat-content (OHC) anomaly over the western Pacific in 2000 slowly extended eastward and stayed at the central equatorial Pacific between 2002-2005, rather than reaching the eastern edge. At the same time, an accompanying anti-cyclonic surface wind anomaly was observed in the off-equatorial North Pacific. This dynamical response of the upper ocean may have contributed to the subsequent warming in the western Pacific. In the preceding decades, in contrast, the observed OHC has usually represented a periodic fluctuation in the tropical Pacific, characterized by anomalous heat input/output in the meridional direction and slow eastward adjustment in the equatorial ocean thermocline. This subdecadal variation in the 2000s is quite distinct from our decadal hindcasts with initialization in Coupled Model Intercomparison Project Phase 5. The model predominantly simulates periodic-type fluctuations in any decade, and the resultant low predictability of the subdecadal variation in the 2000s can work to modulate the predictive skills at a lead time of several years.

キーワード：subdecadal variability、climate prediction、predictability、tropical Pacific
Keywords: subdecadal variability, climate prediction, predictability, tropical Pacific

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-OS 海洋科学・海洋環境

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_7

[A-OS07] 季節内から十年規模の気候変動と予測可能性

コンビーナ:望月 崇(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、V Ramaswamy(NOAA GFDL)、Doug Smith(Met Office)、森岡 優志(海洋研究開発機構)

熱波や洪水、干ばつなどの異常気象の頻度や強度の変化を通じて、気候変動は我々の生命や生活、社会経済活動の大きな脅威となりつつある。これには、MJOやIOD、ENSO、PDV、AMVなど、季節内から季節、経年、十年といった幅広い時間スケールの気候現象が複雑に関係している。これまで、それぞれの時間スケールに注目しながら気候現象の理解と予測に対する努力が重ねられてきたが、それでもなお季節内から十年規模の気候変動を幅広く予測するには未だ大きな不確実性がある。個別の気候現象に対する不十分な理解に加えて、異なる時空間スケールで卓越する諸現象の相互作用（例えば、熱帯低気圧とENSO現象の相互作用）や、複数の場をまたぐ物理プロセス（例えば、成層圏-対流圏結合や大気海洋海氷相互作用）に対する理解の不足は特に強調されるべき点である。本セッションでは、季節内から十年規模の気候変動と予測可能性をターゲットにして、観測、理論、数値シミュレーションなど様々なアプローチによって得られている現在の知見を共有することにより、より良い理解と予測のために解決すべき問題点と進むべき方向性を明らかにする。

[AOS07-P01] Changes in North American and European Heatwave Characteristics

*Szandra A. Peter[1]、Ben Kirtman[1] (1.Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science)

[AOS07-P02] **The effects of the "New Climate" Warming on Western Mediterranean: Situation of the Recent Extreme Events**

*Mohammed-Said KARROUK[1] (1.Hassan II University of Casablanca)

[AOS07-P03] **Month-to-month Difference of the Western Pacific Subtropical High Simulated by CMIP5 Models**

*Xiao Dong[1]、Renping Lin[1] (1.Institute of Atmospheric Physics)

[AOS07-P04] Potential regulation on the climatic effect of Tibetan Plateau heating by tropical air–sea coupling

*Ziqian Wang[1]、Anmin Duan[2]、Song Yang[1] (1.School of Atmospheric Sciences, Sun Yat-sen University、2.Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences)

[AOS07-P05] Intraseasonal variation of the South Asian high and its role in connecting the Indian and East Asian summer monsoons

*Wei Wei[1] (1.Sun Yat-sen University)

[AOS07-P06] Mean Surface Air Temperatures in Japan - Regional Classification and Interranual Variability

*Pascal Oettli[1]、Masami Nonaka[1]、Swadhin Behera[1] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

[AOS07-P07] Inter-Annual Variability of the Indonesian Rainfall and Air-Sea Interaction over the Indian-Pacific Ocean Associated with Regime Shift

*Murni Ngestu Nurutami[1]、Tadahiro Hayasaka[1] (1.Center for Atmospheric and Oceanic Studies, Graduate School of Science, Tohoku University)

[AOS07-P08] Exploring synoptic-scale drivers of interannual rainfall variability over Africa

*Piotr Wolski[1]、Chris Jack[1]、Waarith Abrahams[1]、Stefaan Conradie[1] (1.University of Cape Town)

[AOS07-P09] **Effect of El Niño on the response ratio of Hadley circulation to different SST meridional structures**

*Juan Feng[1] (1.Beijing Normal University)

[AOS07-P10] **Novel data-driven approach for ENSO prediction**

*Dmitri Kondrashov[1]、Evgeniy Loskutov[2]、Andrei Gavrilov[2]、Dmitry Mukhin[2]、Alexander Feigin[2] (1.University of California, Los Angeles, United States、2.Institute of Applied Physics of the Russian Academy of Sciences, Nizhny Novgorod, Russian Federation)

[AOS07-P11] Experimental seasonal climate prediction using CFES: Comparison with the SINTEX-F systems

*小守 信正[1]、田口 文明[2]、吉田 聡[3,1]、土井 威志[1]、野中 正見[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.東京大学先端科学技術研究センター、3.京都大学防災研究所)

[AOS07-P12] Exploring the SST error growth during ENSO developing phase by using BCC_CSM1.1(m)

*Ben Tian[1]、Hongli Ren[1] (1.National Climate Center, China Meteorological Administration)

[AOS07-P13] Role of sea-ice initialization in climate predictability over the Weddell Sea

*森岡 優志[1]、土井 威志[1]、Doroteaciro Iovino[2]、Simona Masina[2]、Swadhin Behera[1] (1.海洋研究開発機構、2.Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC))

[AOS07-P14] Observed and hindcasted subdecadal variability of the tropical Pacific climate

*望月 崇[1]、渡部 雅浩[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.東京大学大気海洋研究所)

Changes in North American and European Heatwave Characteristics

*Szandra A. Peter[1], Ben Kirtman[1]

1. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science

Heat waves are a serious threat to ecosystems, society and the economies of the world. By calculating specific threshold values from daily maximum 2 m temperatures of the NCEP/NCAR reanalysis data (Kalnay et al. 1996), the frequency of heat waves during summer months (JJA) in Europe and the US is determined for the period of 1982 to 2017. The differences between the first and the second half of the 36-year period are discussed, and the results are compared to the North American Multi-Model Ensemble (NMME) forecast with specific focus on recent heat waves in the Pacific Northwest of North America and Central Europe. The connection between heat waves and known climate variability (i.e., the NAO, PNA) is analyzed. We strive to assess the importance of natural variability, such as the NAO, in the frequency of heat waves by comparing the first and last half of the studied 36-year period. We also examine how well the NMME retrospective and real-time forecasts capture heat waves (and cold spells), and the sources of predictability (i.e., sea surface temperature anomalies, land surface conditions), and how the predictability connects to the various modes of climate variability.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The effects of the "New Climate" Warming on Western Mediterranean: Situation of the Recent Extreme Events

*Mohammed-Said KARROUK[1]

1. Hassan II University of Casablanca

Since the nineties of the last century, climatological research following a great scientific advance in the field of prediction, not the variability and evolution of the different climatic parameters was beginning to be clearer!

But today, since the beginning of 2005, certainly due to oceanic thermal cumulations, and the shift of climatic zones towards poles in selective forms (more intense on the oceans present on the continents); Climatic events do not evolve according to the usual and expected rhythms: atmospheric circulation, precipitation, temperatures, seasonal phenomena, etc. These conditions are a spatiotemporal evolution and distribution, which characterize the new "global climate", by the new atmospheric regime imposing the Meridian Atmospheric Circulation (MAC), alternating the conditions of Freshness (humidity) and Heat (drought) along the year.

In this new situation, Western Mediterranean, located in the climate transition zone, is fully affected by the "New Climate". Usually, the atmospheric response to major climatic events (ENSO) in this region such as "El Niño" was characterized by the establishment of the NAO positive index, stability and drought, due to dominance Zonal Atmospheric Circulation in winter. On the other hand, in the "La Niña" episode, the negative index of the NAO and the predominant Meridian Atmospheric Circulation and precipitation became abundant.

Since the beginning of this century, qualified meteorological events of "exceptional !" causing floods have continued to occur in Western Mediterranean, with increasing recurrence, prompting us to wonder about the "new" mode of hydro-thermal function of the climate system that induces torrential rains, as well as its effect on environments and societies.

Thanks to spatial observation and monitoring of meteorological conditions over the last 15 years, these types of alternating Heat / Cold conditions have become predictable, enabling decision-makers today to prepare adequately for the management of related risks to the "New Climate" warmed.

Keywords: "New Climate" Warmed, New Atmospheric Circulation, Meridian Atmospheric Circulation (MAC) , Western Mediterranean, Heat / Cold, Drought / Flood

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Month-to-month Difference of the Western Pacific Subtropical High Simulated by CMIP5 Models

*Xiao Dong[1], Renping Lin[1]

1. Institute of Atmospheric Physics

The western Pacific subtropical high (WPSH) is an important circulation system of the East Asian summer monsoon (EASM). Most previous studies have focused on the variability of summer mean WPSH. Note that the WPSH also experiences subseasonal variation from early to late summer. In this study we examined the month-to-month shift of the WPSH in boreal summer, that is, from June to July and from July to August, simulated by CMIP5 Atmospheric General Circulation Models (AGCMs) and coupled models. Results show that climatologically AGCMs can reproduce the northward shift of the WPSH better than eastward retreat from July to August. Compared with AGCMs, coupled models can improve the month-to-month shift simulation to some extent, indicating that the air-sea coupling processes are also important in subseasonal timescale.

Keywords: western Pacific subtropical high, CMIP5 simulation, month to month variation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Potential regulation on the climatic effect of Tibetan Plateau heating by tropical air–sea coupling

*Ziqian Wang[1], Anmin Duan[2], Song Yang[1]

1. School of Atmospheric Sciences, Sun Yat-sen University, 2. Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences

Based on the conventional weather research and forecasting (WRF) model and the air–sea coupled mode WRF-OMLM, we investigate the potential regulation on the climatic effect of Tibetan Plateau (TP) heating by the air–sea coupling over the tropical Indian Ocean and western Pacific. Results indicate that the TP heating significantly enhances the southwesterly monsoon circulation over the northern Indian Ocean and the South Asia subcontinent. The intensified southwesterly wind cools the sea surface mainly through the wind-evaporation-SST (sea surface temperature) feedback. Cold SST anomaly then weakens monsoon convective activity, especially that over the Bay of Bengal, and less water vapor is thus transported into the TP along its southern slope from the tropical oceans. As a result, summer precipitation decreases over the TP, which further weakens the TP local heat source. Finally, the changed TP heating continues to influence the summer monsoon precipitation and atmospheric circulation. To a certain extent, the air–sea coupling over the adjacent oceans may weaken the effect of TP heating on the mean climate in summer. It is also implied that considerations of air–sea interaction are necessary in future simulation studies of the TP heating effect.

Keywords: Air–sea coupling, Tibetan Plateau, Thermal forcing, Regional model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Intraseasonal variation of the South Asian high and its role in connecting the Indian and East Asian summer monsoons

*Wei Wei[1]

1. Sun Yat-sen University

The South Asian high (SAH) is the most intense and persistent upper-level circulation system in the Asian monsoon region during boreal summer. It plays a crucial role in the onset and variation of the Asian summer monsoon. Ample evidence shows that the monsoon onset and activities are closely related to the intraseasonal oscillation (ISO). Previous studies have found that the ISO in the East Asian summer monsoon (EASM) is impacted by the northward or northwestward propagation of the ISO in the South China Sea and the western North Pacific, and the northeastward propagation of the ISO in the tropical Indian Ocean. However, seldom research mentioned the effect of the ISO in the SAH. Our previous studies have shown that the SAH plays an important role in connecting the Indian summer monsoon (ISM) and the EASM on the interannual time scale. However, the effect of the SAH on the connection of the ISM and the EASM on the intraseasonal time scale is still not clear. Actually, the ISO in the SAH is significant in its zonal variation. In this study, we firstly figured out the intraseasonal variation feature of the SAH. And then, we explored the upper-level signal which will lead to the onset, advance and retreat of the EASM. Considering significant ISO in the ISM, we investigated the ISO feature in the ISM and its effect on the ISO in the SAH. Finally, we addressed a new physical process that the ISO in the ISM will impact the ISO in the SAH, and further influence the advance and retreat of the EASM on the intraseasonal time scale. We try to learn about the intraseasonal variation of the EASM in a new view, and propose a new way to improve the short-term climate prediction and the extended-range weather forecast.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Mean Surface Air Temperatures in Japan - Regional Classification and Interranual Variability

*Pascal Oettli[1], Masami Nonaka[1], Swadhin Behera[1]

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Back to the year 1886, several divisions of the climate of Japan into homogeneous climatic regions have been proposed, following different approaches of the question. This includes the Köppen climate classification (Fukui in 1933; Sekiguchi in 1949), the new Thornthwaite climate classification (Isozaki in 1933; Fukui in 1957) or the similarities of weather conditions. The latter is performed either throughout the year (Nakagawa in 1899; Sekiguchi in 1959; Yoshino in 1980) or during specific seasons (Iwakiri in 1967; Murata and Yoshino in 1988), sometimes with the help of statistical techniques, such as principal component analysis and the cluster analysis (Mikami in 1975; Koizumi and Kato in 2012.)

Using a type of artificial neural network called Self-Organizing Map, or SOM, we propose another division of the climate of Japan, solely based on the mean areal surface air temperature anomalies. SOM has been successfully employed in climate studies for more than a decade and has showed its ability to extract simple features from high-dimensional data. Here, SOM is applied to group 762 AMeDAS stations, taken throughout Japan for the last 30 years, into homogeneous clusters (=regions). Clustering is performed seasonally, with a focus on boreal winter (December to February) and boreal summer (June to August). As a result, eight regions are defined and associated time series of temperature anomalies (=indices) are computed.

Subsequently, possible source(s) of the interannual variability of mean surface air temperature anomalies are explored, for a better understanding of the regional differences. For this, correlation coefficients between indices previously defined and different climatic variable anomaly fields (sea-surface temperatures, outgoing longwave radiation, geopotential height...) are calculated. Hopefully, this work would also lead to a better seasonal forecast, taking into account the specificity of each region in regard to their link to the large-scale variability.

Keywords: Japan, Air temperature, Classification, Interannual variability

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Inter-Annual Variability of the Indonesian Rainfall and Air-Sea Interaction over the Indian-Pacific Ocean Associated with Regime Shift

*Murni Ngestu Nurutami[1], Tadahiro Hayasaka[1]

1. Center for Atmospheric and Oceanic Studies, Graduate School of Science, Tohoku University

The inter-annual and inter-decadal variability of the Indonesian rainfall are investigated in association with the interannual climate modes over Indian-Pacific Oceans and the inter-decadal modulation on inter-annual climate variability impact. Rainfall data of the Climate Research Unit (CRU) from 1901 to 2016 and the Global Precipitation Climatology Project (GPCP) from 1979 to 2016 for June –November (JJASON) are used. The empirical orthogonal function (EOF) is used to identify the dominant spatial and temporal variability patterns of rainfall and the standard and partial correlation techniques are used to compare and to quantify the linear relationship between two or more time-series datasets. Based on the first principle component (PC1) of both CRU and GPCP data, the results show that canonical El Niño Southern-Oscillation (canonical ENSO), ENSO Modoki, and Indian Ocean Dipole (IOD) are the major climate modes influencing the inter-annual variability of the Indonesian rainfall, and the Inter-decadal Pacific Oscillation (IPO) is the major decadal phenomenon which affects the decadal variability of Indonesian rainfall. All of the inter-annual climate modes and IPO have negative correlation with the Indonesian rainfall, but the spatial distributions of Indonesian rainfall change associated with each phenomenon are different. During 1970 to 2016, three phases of IPO have been identified which are strongly related to Indonesian rainfall with the correlation coefficient of -0.75. The three phases are a negative phase in 1970-1978, a positive phase in 1979-1997, and another negative phase in 1998-2015. Mostly, these climate modes occur simultaneously, and the impacts of them on rainfall are combined. The driest condition of rainfall occurs when El Niño coincides with positive IOD during positive IPO, and the wettest condition occurs when La Niña –La Niña Modoki coincides with negative IOD during negative IPO over the whole region of Indonesia. The IPO plays a role in modulating the impact of these inter-annual climate modes on their frequencies and magnitudes to Indonesian rainfall from 1970s until present. The responses of the Indonesian rainfall to each inter-annual climate mode modulated by IPO are different as based on their time series correlation coefficient. The negative correlation between canonical ENSO and Indonesian rainfall weakens during negative IPO from early 2000s and intensifies during positive IPO. On the other hand, the negative correlation between ENSO Modoki and Indonesian rainfall and between IOD and Indonesian rainfall increases during negative phase of IPO from late 1990s, and the negative correlation between ENSO Modoki and Indonesian rainfall weakens during positive IPO. Recently, the frequency of ENSO Modoki and IOD and their impacts on Indonesian rainfall increase.

Keywords: Indonesian rainfall variability, El Niño Southern-Oscillation (ENSO), ENSO Modoki, Interannual Variability, Decadal Variability, Interdecadal Pacific Oscillation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Exploring synoptic-scale drivers of interannual rainfall variability over Africa

*Piotr Wolski[1], Chris Jack[1], Waarith Abrahams[1], Stefaan Conradie[1]

1. University of Cape Town

Variability in local climate is a result of an interplay of multi-scale drivers –processes and feedbacks - intertwined within dependency or conditioning chain across spatial scales: from global to synoptic to meso- to local. Resolving these drivers and dependencies can be framed through the following questions: where does a deterministic signal at a particular time scale arise, how does it propagate through space and scales, and how can we maximize our ability to capture it? Here, we report on an exploratory study focusing on the synoptic-scale forcing underlying rainfall variability at the interannual time scale over Africa. In that, we systematically map, over the continent, variables and spatial scales which provide the strongest explanatory power of interannual rainfall variability. In addition, we constrast the explanatory power of mean state of synoptic fields with that of their variance, and of frequency of individual (daily) states. The analyses utilize multiple regression and CCA performed on mean de-orthogonalized fields of q,t,u,v,z at various pressure levels, with daily states of synoptic variables classified using self-organizing maps (SOM). The results are interpreted from the process perspective in terms of their agreement with the current understanding of the role of process chains affecting rainfall over various regions of the contient, and in terms of their implications to statistical downscaling of climate projections and seasonal forecasts.

Keywords: rainfall variability, statistical climatology, Africa, self organizing maps

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Effect of El Niño on the response ratio of Hadley circulation to different SST meridional structures

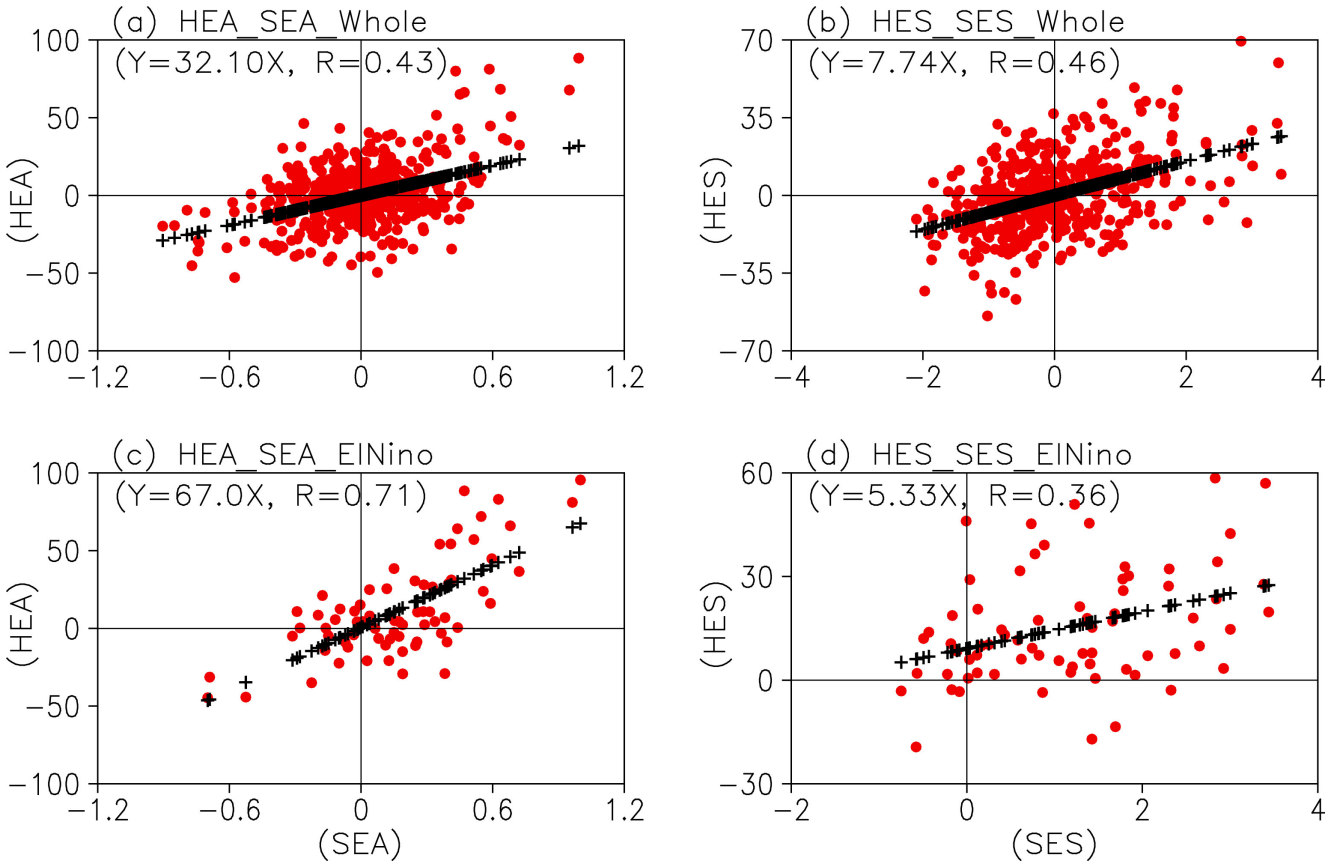
*Juan Feng[1]

1. Beijing Normal University

The role of El Niño in influencing the response ratio of the Hadley circulation (HC) to different tropical sea surface temperature (SST) meridional structures is investigated over the period 1979–2016. The explained variance of the equatorially asymmetric principal mode of HC variability is enhanced during El Niño events that are characterized by equatorially symmetric El Niño SST anomalies. The reason for the enhanced explained variance is examined. It is shown that the response ratio of the HC to different SST meridional structures is greatly enhanced in El Niño events; this is because the SST over the Indo-Pacific warm pool (IPWP) shows inhomogeneous warming in El Niño events, with greater values in the southern IPWP. The asymmetric warming over the IPWP is opposite to the climatological meridional structure of the SST over the IPWP, which intensifies the equatorially symmetric variation of SST, and contributes to the enhanced response ratio of the HC to SST. This point is further verified by the suppression of this enhanced response ratio in El Niño events of the HC to SST when the effects of SST over the IPWP are removed, implying the different warming amplitude within the IPWP during the El Niño events contributes to the enhanced response ratio. The response in La Niña events is also explored, indicating a difference between El Niño and La Niña events. These results may help explain the corresponding variations of the HC during the El Niño events, and highlight the different influences of the El Niño and La Niña events on the response of the HC to SST.

Keywords: Hadley circulation, sea surface temperature, Indo-Pacific warm pool, El Niño

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Novel data-driven approach for ENSO prediction

*Dmitri Kondrashov[1], Evgeniy Loskutov[2], Andrei Gavrilov[2], Dmitry Mukhin[2], Alexander Feigin[2]

1. University of California, Los Angeles, United States, 2. Institute of Applied Physics of the Russian Academy of Sciences, Nizhny Novgorod, Russian Federation

We have developed novel data-driven technique for ENSO prediction that combines two existing approaches: linear dynamical mode (LDM) decomposition of spatially distributed data, and multilevel empirical model reduction (EMR) stochastic modeling approach. The nonlinear EMR model that utilizes dynamical variables obtained by empirical orthogonal function (EOF) decomposition of tropical Pacific SST’ s (Kondrashov et al. 2005), had already achieved a very competitive skill in International Research Institute for Climate and Society (IRI) ENSO real-time multi-model plume (Barnston et al. 2012). On the other hand, Gavrilov et al. (2018) have shown that LDM decomposition provides better modes for ENSO forecast than EOFs.

In the presented results we have used LDM modes as dynamical variables at the main level of multilevel linear EMR model. The model was trained on monthly 1960 -- 2014 sea surface temperatures (30S to 30N, 2x2 deg). The results of comparing skill of the retrospective predictions of the SST-based ENSO indices obtained by EMR model with LDM and EOF modes, will be discussed.

1. Kondrashov, D., Kravtsov, S., Robertson, A. W., & Ghil, M. (2005). A Hierarchy of Data-Based ENSO Models. Journal of Climate, 18(21), 4425–4444. doi:10.1175/JCLI3567.1

2. Gavrilov, A., Seleznev, A., Mukhin, D., Loskutov, E., Feigin, A., & Kurths, J. (2018). Linear dynamical modes as new variables for data-driven ENSO forecast. Climate Dynamics, 1–18. http://doi.org/10.1007/s00382-018-4255-7.

3. Barnston, A. G., M. K. Tippett, M. L. Heureux, S. Li, and D. G. DeWitt, 2012: Skill of real-time seasonal ENSO model predictions during 2002–2011 —is our capability improving? *Bulletin of the American Meteorological Society*, **93 (5)**, 631–651, doi:10.1175/BAMS-D-11-00111.1.

Keywords: ENSO, stochastic modeling, prediction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Experimental seasonal climate prediction using CFES: Comparison with the SINTEX-F systems

*小守 信正[1]、田口 文明[2]、吉田 聡[3,1]、土井 威志[1]、野中 正見[1]
*Nobumasa Komori[1], Bunmei Taguchi[2], Akira Kuwano-Yoshida[3,1], Takeshi Doi[1], Masami Nonaka[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 東京大学先端科学技術研究センター、3. 京都大学防災研究所
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Research Center for Advanced Science and Technology, The University of Tokyo, 3. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

An experimental seasonal climate prediction system has been developed based on the Coupled atmosphere-ocean general circulation model for the Earth Simulator (CFES). Following the well-established systems based on the SINTEX-F model, initial conditions for seasonal climate prediction are constructed by strongly nudging sea surface temperature (SST) to observed one.

At this stage, 12-member ensemble 6-month predictions from the 1st day of March, June, September, and December have been conducted from 1983 through 2018, after 32-years of coupled spin-up integration with SST-nudging to the observed climatology. The experimental system exhibits skill in predicting variability of seasonal-mean 2-m air temperature over the tropical Pacific, and contributes to the improvement of multi-model ensemble prediction with the SINTEX-F systems.

キーワード：実験的季節予測、全球大気海洋結合モデル、大気海洋相互作用、マルチモデルアンサンブル
Keywords: experimental seasonal climate prediction, global coupled atmosphere-ocean GCM, atmosphere-ocean interaction, multi-model ensemble

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Exploring the SST error growth during ENSO developing phase by using BCC_CSM1.1(m)

*Ben Tian[1], Hongli Ren[1]

1. National Climate Center, China Meteorological Administration

Here we assess the ENSO prediction errors as a function of lead time using the seasonal hindcast of the Beijing Climate Center System Model, BCC_CSM1.1(m). The ensemble mean forecasts seems to be more challenging during the developing years of ENSO, compared with those made towards the decay phase. The composites of SST prediction errors are significantly negative and cover a large area in central-eastern tropical Pacific, thus limiting the model in forecasting the onset and intensity of El Niño. The large-scale errors, at their early stage, are generated gradually by negative anomalies in the subsurface temperature of the central-western equatorial Pacific, a process similar to El Niño decay and then transition to La Nina growth phase. Our results support others' work of "sensitive areas" for ENSO predictions, and emphasize the essential accuracy of initial fields and their early evolution, providing information for further improving the forecasting skill of ENSO.

Keywords: El Nino prediction, error evolution, sea surface temperature

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Role of sea-ice initialization in climate predictability over the Weddell Sea

*森岡 優志[1]、土井 威志[1]、Doroteaciro Iovino[2]、Simona Masina[2]、Swadhin Behera[1]
*Yushi Morioka[1], Takeshi Doi[1], Doroteaciro Iovino[2], Simona Masina[2], Swadhin Behera[1]

1. 海洋研究開発機構、2. Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC)
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), 2. Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC)

Potential impact of sea-ice initialization on the interannual climate predictability over the Weddell Sea is investigated using a coupled general circulation model. Climate variability in the Weddell Sea is generally believed to have association with remote forcing such as El Niño-Southern Oscillation and the Southern Annual Mode. However, sea-ice variability in the Weddell Sea has been recently suggested to play additional roles in modulating local atmospheric variability through changes in surface air temperature and near-surface baroclinicity. When both the model’s sea-surface temperature (SST) and sea-ice concentration (SIC) are initialized with observations using nudging schemes, reforecast experiments from September 1st show improvements in predicting the observed SIC anomalies in the Weddell Sea up to four months ahead, compared to the other experiments with only SST initialization. During austral spring (Oct-Dec) of lower-than-normal sea-ice years in the Weddell Sea, reforecast experiments with the SST and SIC initializations reasonably predict high surface air temperature anomalies in the Weddell Sea and high sea-level pressure anomalies over the Atlantic sector of the Southern Ocean. These results suggest that accurate initialization of sea-ice conditions during austral winter is necessary for skillful prediction of climate variability over the Weddell Sea during austral spring.

キーワード：Air-sea-ice interaction、Climate predictability、Weddell Sea
Keywords: Air-sea-ice interaction, Climate predictability, Weddell Sea

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Observed and hindcasted subdecadal variability of the tropical Pacific climate

*望月 崇[1]、渡部 雅浩[2]
*Takashi Mochizuki[1], Masahiro Watanabe[2]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 東京大学大気海洋研究所
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Atmosphere-Ocean Research Institute, The University of Tokyo

The tropical Pacific is highly responsible for controlling the tendencies of global climate. Here, we have found a subdecadal (i.e., 3-year-running means) variation that has been distinctively observed in the 2000s over the tropical Pacific. The warm water that originated from the positive ocean-heat-content (OHC) anomaly over the western Pacific in 2000 slowly extended eastward and stayed at the central equatorial Pacific between 2002-2005, rather than reaching the eastern edge. At the same time, an accompanying anti-cyclonic surface wind anomaly was observed in the off-equatorial North Pacific. This dynamical response of the upper ocean may have contributed to the subsequent warming in the western Pacific. In the preceding decades, in contrast, the observed OHC has usually represented a periodic fluctuation in the tropical Pacific, characterized by anomalous heat input/output in the meridional direction and slow eastward adjustment in the equatorial ocean thermocline. This subdecadal variation in the 2000s is quite distinct from our decadal hindcasts with initialization in Coupled Model Intercomparison Project Phase 5. The model predominantly simulates periodic-type fluctuations in any decade, and the resultant low predictability of the subdecadal variation in the 2000s can work to modulate the predictive skills at a lead time of several years.

キーワード：subdecadal variability、climate prediction、predictability、tropical Pacific
Keywords: subdecadal variability, climate prediction, predictability, tropical Pacific

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-OS 海洋科学・海洋環境

2019年5月30日(木) 13:45 ~ 15:15 | 105 1F

[A-OS07] 季節内から十年規模の気候変動と予測可能性

コンビーナ:望月 崇(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、V Ramaswamy(NOAA GFDL)、Doug Smith(Met Office)、森岡 優志(海洋研究開発機構)、座長:V Ramaswamy(NOAA GFDL)、望月 崇(海洋研究開発機構)

熱波や洪水、干ばつなどの異常気象の頻度や強度の変化を通じて、気候変動は我々の生命や生活、社会経済活動の大きな脅威となりつつある。これには、MJOやIOD、ENSO、PDV、AMVなど、季節内から季節、経年、十年といった幅広い時間スケールの気候現象が複雑に関係している。これまで、それぞれの時間スケールに注目しながら気候現象の理解と予測に対する努力が重ねられてきたが、それでもなお季節内から十年規模の気候変動を幅広く予測するには未だ大きな不確実性がある。個別の気候現象に対する不十分な理解に加えて、異なる時空間スケールで卓越する諸現象の相互作用（例えば、熱帯低気圧とENSO現象の相互作用）や、複数の場をまたぐ物理プロセス（例えば、成層圏-対流圏結合や大気海洋海氷相互作用）に対する理解の不足は特に強調されるべき点である。本セッションでは、季節内から十年規模の気候変動と予測可能性をターゲットにして、観測、理論、数値シミュレーションなど様々なアプローチによって得られている現在の知見を共有することにより、より良い理解と予測のために解決すべき問題点と進むべき方向性を明らかにする。

13:45 ~ 14:00

[AOS07-01] Seasonal Predictions of Tropical Cyclones in 2018 using GFDL and NICAM High-Resolution Global Models

★Invited Papers

*村上 裕之[1,2]、中野 満寿男[3]、V Ramaswamy[1]、Thomas Delworth[1]、Sarah Kapnick[1]、Rich Gudgel[1]、望月 崇[3]、土井 威志[3]、森岡 優志[3] (1.地球流体学研究所、2.大気研究大学連盟、3.海洋研究開発機構)

14:00 ~ 14:15

[AOS07-02] **Future change of tropical cyclone-induced waves in the Indian Ocean; An analysis based on super-high-resolution MRI-AGCM3.2 climate model**

*Bahareh Kamranzad[1,2]、Nobuhito Mori[1] (1.Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University、2.Hakubi Center for Advanced Research, Kyoto University)

14:15 ~ 14:30

[AOS07-03] The ocean-coupled global cloud-resolving modeling era

★Invited Papers

*宮川 知己[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

14:30 ~ 14:45

[AOS07-04] Westerly Wind Burst (WWB)/Easterly Wind Surge (EWS)-like stochastic forcing and the effects on ENSO prediction by the SINTEX-F system

*土井 威志[1]、Swadhin Behera[1]、山形 俊男[1] (1.JAMSTEC)

14:45 ~ 15:00

[AOS07-05] **The life-cycle of annual waves in the Pacific Ocean as identified by a seamless diagnosis for the energy flux**

*相木 秀則[1]、志村 貴寛[2] (1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.名古屋大学大学院環境学研究科)

15:00 ~ 15:15

[AOS07-06] 気象研究所における弱結合同化システムの開発とその評価

★招待講演

*藤井 陽介[1]、小林 ちあき[1]、石橋 俊之[1]、高谷 祐平[1] (1.気象庁気象研究所)

Seasonal Predictions of Tropical Cyclones in 2018 using GFDL and NICAM High-Resolution Global Models

*村上 裕之[1,2]、中野 満寿男[3]、V Ramaswamy[1]、Thomas Delworth[1]、Sarah Kapnick[1]、Rich Gudgel[1]、望月 崇[3]、土井 威志[3]、森岡 優志[3]
*Hiroyuki Murakami[1,2], Masuo Nakano[3], V Ramaswamy[1], Thomas Delworth[1], Sarah Kapnick[1], Rich Gudgel[1], Takashi Mochizuki[3], Takeshi Doi[3], Yushi Morioka[3]

1. 地球流体学研究所、2. 大気研究大学連盟、3. 海洋研究開発機構
1. Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, 2. University Corporation for Atmospheric Research, 3. JAMSTEC

We conduct real-time seasonal forecast using high-resolution global models (GFDL-FLOR, GFDL-HiFLOR, and NICAM) that have skill in predicting tropical cyclone statistics over the global ocean basins. The seasonal predictions starting from 2018 July initial conditions show above normal frequency of tropical cyclones in the Western North Pacific and Central Pacific Oceans as observed. To understand physical mechanisms behind the active storm season in the Pacific, we conducted idealized seasonal forecasts by changing sea surface temperature spatial patterns, which is so called "real-time attribution" simulations. We find out that warmer subtropical Pacific associated with positive Pacific Meridional Mode (PMM), rather than central Pacific El Nino, was responsible for the active storm season. In the presentation, we will also show preliminary results for impact of anthropogenic forcing on the 2018 active storm season.

キーワード：熱帯低気圧、季節予測、Pacific Meridional Mode、人為起源強制力、台風、地球温暖化
Keywords: Tropical Cyclone, Seasonal Prediction, Pacific Meridional Mode, Anthropogenic Forcing, Typhoon, Global Warming

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Future change of tropical cyclone-induced waves in the Indian Ocean; An analysis based on super-high-resolution MRI-AGCM3.2 climate model

*Bahareh Kamranzad[1,2], Nobuhito Mori[1]

1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 2. Hakubi Center for Advanced Research, Kyoto University

Indian Ocean experiences intensive tropical cyclones in both northern and southern parts. The Northern Indian Ocean (NIO) includes 7% of the global tropical cyclones which results in generating severe wave climate during the extreme events. In this study, future change of tropical cyclone-induced waves due to climate change is assessed in terms of change in the spatial distribution patterns and magnitude. The cyclone seasons in NIO are divided by pre-monsoon (especially May) and northeast monsoon (October–December). Moreover, there are few cyclones form the southwest monsoon during June and September. Hence, the assessment of future change of intensity of tropical cyclones and the generated waves is necessary to be performed on a monthly scale. For this purpose, wind field obtained from super-high-resolution atmospheric global climate model MRI-AGCM3.2S of the Japan Meteorological Agency (JMA) -with horizontal spatial and temporal output resolutions of 20 km and 1 hr., respectively- was used to force a numerical wave model (SWAN) in historical (1979-2003) and future (2075-2099) periods (based on Representative Concentration Pathway (RCP) 8.5 scenario).
Spatial distribution of annual extreme events in the domain shows that the concentration of tropical cyclones is in the NIO and around Madagascar (located in the Southern Indian Ocean (SIO)) generating high waves of the magnitudes of around 20 m during the events. Spatial distribution of monthly maximum values of the historical and future wind speed (WS) and significant wave height (SWH) indicates that according to historical projection, intense cyclones happen during May and June in NIO, while they can be observed mostly during December to April in the SIO. The future monthly distribution of cyclone induced waves in SIO shows a similar pattern to the historical events, except for winter tropical cyclones (November and December), which are decreased in the future, while increasing in the intensity can be observed during October and April in NIO.
Monthly variation of maximum events in the domain was assessed in the NIO and SIO, separately. According to the past studies, due to the global warming, tropical cyclones of hurricane intensity -which currently occur only in the pre and post-monsoon seasons- will likely be formed even during the summer monsoon in NIO. Our results illustrate an increase in the intensity of cyclones in the future, not only during the summer monsoon (July) but also during the winter monsoon (September and October). Results show that the range of change in the highest SWH in NIO is between -27% (in February) and +26% (in October). In the northern part of SIO, the intensity of future tropical cyclones will increase during the southwestern inter-monsoon season (March and April), whereas it will decrease at the end of southwestern monsoon season (September). In the southern part of SIO, the intensity of tropical cyclones will increase around 20% during northeastern monsoon (February and March), which results in a future increase of 40% in maximum SWH in February. Generally, change in highest SWH in the future follows the pattern of WS except for the northern parts of SIO when the highest increase in maximum SWH (21%) occurs in March whereas the highest increase in maximum WS occurs in April (25%). There is a 20% increase in maximum WS during February in southern parts of SIO which can be a reason for the increase of SWH during March in northern parts. It can be concluded that the change in the intensity of future tropical cyclones in NIO is higher than SIO. The range of change in highest SWH in NIO is larger than SIO, except for February when the maximum wave height in southern parts of SIO will increase about 40% in

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

the future. Furthermore, the change in maximum SWH in northern parts of SIO seems to be affected by the change of tropical cyclones in southern parts of SIO.

Keywords: Indian Ocean, tropical cyclone, wave climate, climate change

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The ocean-coupled global cloud-resolving modeling era

*宮川 知己[1]
*Tomoki Miyakawa[1]

1. 東京大学大気海洋研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute University of Tokyo

Developments of global cloud/cloud-system resolving models are recently in full activity in many modeling centers, with 9 members participating in a model inter-comparison project called the DYnamics of the Atmospheric general circulation Modeled On Non-hydrostatic Domains (DYAMOND). With the aid of the supercomputers, they are eyeing to become the main-stream in the next generation models for global simulations in the seasonal to multi-decadal range. Implementation of a fully dynamical ocean model is certainly an essential component in these developments. NICAM, a front-runner in DYAMOND project, can be coupled to COCO, the ocean component of a global climate model MIROC. The coupled version is called NICAM-COCO, or NICOCO, and is now being tested in pilot studies that involve atmosphere-ocean interactions.

An overview of these early studies will be presented, including how convection is affected by the existence of fine-scale ocean fronts, and how the Madden-Julian oscillation affects the initiation and termination of ENSO.

キーワード：海洋結合モデル、全球雲解像モデル、季節予測
Keywords: ocean-coupled model, global cloud-resolving model, seasonal prediction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Westerly Wind Burst (WWB)/Easterly Wind Surge (EWS)-like stochastic forcing and the effects on ENSO prediction by the SINTEX-F system

*土井 威志[1]、Swadhin Behera[1]、山形 俊男[1]
*Takeshi Doi[1], Swadhin Behera[1], Toshio Yamagata[1]

1. JAMSTEC
1. JAMSTEC

Intra-seasonal surface westerly wind bursts (WWB)/easterly wind surges (EWS) in the tropical Pacific play important roles in the onset of El Nino/La Nina. However, the latest version of the SINTEX-F seasonal prediction system tends to underestimate the chance of occurrence of those winds. This problem may cause the relatively low skill of predicting the onset of ENSO, and the over-confident problems of ENSO prediction. In this study, we developed the WWB/EWS-like stochastic forcing parameterization, and examined the effects on ENSO prediction by the SINTEX-F system. In my talk, failure of 2014 El Nino prediction is the focus.

キーワード：エルニーニョ予測、西風バースト、東風サージ
Keywords: ENSO prediction, Westerly Wind Burst, Easterly Wind Surge

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The life-cycle of annual waves in the Pacific Ocean as identified by a seamless diagnosis for the energy flux

*相木 秀則[1]、志村 貴寛[2]
*Hidenori AIKI[1], Takahiro Shimura[2]

1. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、2. 名古屋大学大学院環境学研究科
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2. Graduate School for Environmental Studies, Nagoya University

Synoptic-scale waves play an important role in tropical-extratropical interactions, that has been little investigated in terms of the transfers of wave energy owing to the lack of an appropriate diagnosis scheme in previous studies. A recent theoretical study has derived a seamless scheme that is able to identify the direction of group velocity for both gravity and planetary waves at all latitudes. This new scheme has been used in the present study to provide a first-ever energetic view for the life-cycle of annual waves in the Pacific Ocean in a set of shallow-water model experiments with climatological wind forcing. The new scheme is able to show, in particular for the third baroclinic mode, the signals of eastward energy flux associated with equatorial Kelvin waves that are distributed in the eastern part of the tropical Pacific Ocean. Waves in the tropical and subtropical regions are connected each other at the eastern boundary of the Pacific Ocean that has been viewed, for the first time in the history of geophysical fluid dynamics, in terms of the circulation of wave energy. Concerning the low-pass filtered time evolution of the energy flux, the reflection of equatorial waves at the western boundary is more clearly identified than that at the eastern boundary. These results for the analysis of climatological annual waves provide a basis for the analysis of waves with interannual variations in a future study to better understand, for example, tropical-extratropical interactions during El Nino and La Nina.

キーワード：熱帯中緯度相互作用、季節変動気候値実験、群速度
Keywords: tropical-extratropical interaction, seasonal climatology experiment, group velocity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

気象研究所における弱結合同化システムの開発とその評価
Development of weakly coupled atmosphere-ocean data assimilation system and the evaluation of the coupled reanalysis in JMA/MRI

*藤井 陽介[1]、小林 ちあき[1]、石橋 俊之[1]、高谷 祐平[1]
*Yosuke Fujii[1], Chiaki Kobayashi[1], Toshiyuki Ishibashi[1], Yuhei Takaya[1]

1. 気象庁気象研究所
1. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency

気象研究所では気象庁の現業システムを用いて弱結合同化システムMRI-CDA1の開発を行っている。MRI-CDA1は数値天気予報用の4次元変分法（4DVAR）全球大気データ同化システムと季節予報用の3次元変分法全球海洋データ同化システム、大気海洋結合モデルで構成される。大気の4DVARデータ同化ルーチンにおいて、結合モデルはアウターループとして用いられが、インナーループでは非結合の大気モデルが用いられる。大気の4DVAR解析は6時間のサイクルで実行される一方、海洋解析は10日毎に実行され、海洋インクリメントがアウターループにおける結合モデルの積分時に適用される。

上記システムの検証のため、結合再解析実験を2013年1月から2015年12月にかけて実施したところ、気象庁55年再解析（JRA55）で見られた北太平洋の熱帯収束帯（ITCZ）などの降水過多が、結合再解析では解消することが確認された。また、結合再解析では、非結合の再解析では再現されない海面水温と降水量のラグ相関関係が正しく表現されていた。しかし、降水変動が改善するのは、大気について衛星データを除く従来型のデータのみを同化した場合のみであり、衛星データも同化した場合は、海洋同化で再現された海面水温に大気場が適応するのではなく、データ同化で決められた大気場に合うように海面水温の方が調節を受けていた。その他、大気の観測誤差共分散を大きく設定した実験も実施していて、元の設定での結合再解析に比べて、熱帯域での降水の変動が概ね改善していることを確認した。

キーワード：結合データ同化、結合再解析、季節内・季節予報、海面水温、降水
Keywords: coupled data assimilation, coupled analysis, Subseasonal-to-seasonal prediction, sea surface temperature, precipitation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-OS 海洋科学・海洋環境

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | 105 1F

[A-OS07] 季節内から十年規模の気候変動と予測可能性

コンビーナ:望月 崇(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、V Ramaswamy(NOAA GFDL)、Doug Smith(Met Office)、森岡 優志(海洋研究開発機構)、座長:森岡 優志(海洋研究開発機構)、望月 崇(海洋研究開発機構)

熱波や洪水、干ばつなどの異常気象の頻度や強度の変化を通じて、気候変動は我々の生命や生活、社会経済活動の大きな脅威となりつつある。これには、MJOやIOD、ENSO、PDV、AMVなど、季節内から季節、経年、十年といった幅広い時間スケールの気候現象が複雑に関係している。これまで、それぞれの時間スケールに注目しながら気候現象の理解と予測に対する努力が重ねられてきたが、それでもなお季節内から十年規模の気候変動を幅広く予測するには未だ大きな不確実性がある。個別の気候現象に対する不十分な理解に加えて、異なる時空間スケールで卓越する諸現象の相互作用（例えば、熱帯低気圧とENSO現象の相互作用）や、複数の場をまたぐ物理プロセス（例えば、成層圏-対流圏結合や大気海洋海氷相互作用）に対する理解の不足は特に強調されるべき点である。本セッションでは、季節内から十年規模の気候変動と予測可能性をターゲットにして、観測、理論、数値シミュレーションなど様々なアプローチによって得られている現在の知見を共有することにより、より良い理解と予測のために解決すべき問題点と進むべき方向性を明らかにする。

15:30 ~ 15:45

[AOS07-07] Decadal variability and predictability of the North Atlantic Oscillation

★Invited Papers

*Rosemary Eade[1,2]、David Stephenson[2]、Doug Smith[1]、Adam Scaife[1,2]、Leon Hermanson[1]、Nick Dunstone[1] (1.Met Office Hadley Centre、2.University of Exeter)

15:45 ~ 16:00

[AOS07-08] Seasonal to multi-year climate predictability in a climate model MIROC6

*片岡 崇人[1]、建部 洋晶[1]、小山 博司[1]、望月 崇[1] (1.研究開発法人　海洋研究開発機構)

16:00 ~ 16:15

[AOS07-09] Identifying the early 2000s hiatus associated with internal climate variability

*Xin-Gang Dai[1]、Ping Wang[2] (1.Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences、2.Chinese Academy of Meteorological Sciences)

16:15 ~ 16:30

[AOS07-10] Decadal Evolution of the Surface Energy Budget during the Fast Warming and Global Warming Hiatus Periods in the ERA-Interim

*XIAOMING HU[1] (1.Sun Yat-sen University)

16:30 ~ 16:45

[AOS07-11] The role of ocean variability for multi-year droughts in Australia

*Andrea Taschetto[1,2]、Alex Sen Gupta[1,2]、Caroline C Ummenhofer[3]、Matthew H England[1,2] (1.Climate Change Research Centre, University of New South Wales, Sydney, Australia、2.ARC Centre of Excellence for Climate Extremes, University of New South Wales, Sydney, Australia、3.Department of Physical Oceanography, Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, MA, USA)

16:45 ~ 17:00

[AOS07-12] Decadal variability and predictability in the Southern Ocean - implications for interpreting recent observed trends

★Invited Papers

*Liping Zhang[1,2]、Thomas L Delworth[2]、William Cooke[2,3]、Xiaosong Yang[2,3] (1.Princeton University、2.Geophysical Fluid Dynamics Laboratory、3.UCAR)

Decadal variability and predictability of the North Atlantic Oscillation

*Rosemary Eade[1,2], David Stephenson[2], Doug Smith[1], Adam Scaife[1,2], Leon Hermanson[1], Nick Dunstone[1]

1. Met Office Hadley Centre, 2. University of Exeter

The winter of 1962/63 was the coldest in the UK in over a century while the mildest winter occurred in 1988/89. For countries to be resilient against the impacts of large weather variations in the future, it is important to assess the likelihood of seeing such extreme fluctuations and understand the physical drivers. In Europe and North America, these fluctuations are related to a combination of year-to-year variability and low-frequency variability of the North Atlantic Oscillation (NAO). The NAO is now a significant source of predictability for seasonal forecasts in these regions, however the signal-to-noise ratio of the ensemble mean to total variability in these ensemble predictions has been shown to be anomalously small, which means the real world is more predictable than our climate models suggest. Here we provide a new evaluation of the ability of climate models to simulate and predict longer-term variability and extreme trends in the NAO. For this we use statistical analyses of the observations and climate model simulations, and assess predictability with a large multi-model ensemble of decadal predictions. We also investigate the drivers of NAO variability and trends using new results from the CMIP6 Decadal Climate Prediction Project and the Polar Amplification MIP.

Keywords: Decadal variability, North Atlantic Oscillation, Polar Amplification, Trend analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Seasonal to multi-year climate predictability in a climate model MIROC6

*片岡 崇人[1]、建部 洋晶[1]、小山 博司[1]、望月 崇[1]
*Takahito Kataoka[1], Hiroaki Tatebe[1], Hiroshi Koyama[1], Takashi Mochizuki[1]

1. 研究開発法人　海洋研究開発機構
1. JAMSTEC Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Seasonal to multi-year climate predictability is examined in hindcast experiments using the latest version of a climate model MIROC (MIROC6). The model is initialized by assimilating observed ocean temperature and salinity anomaly fields and full-filed of sea ice concentration. In addition, the atmospheric initial conditions are replaced with variables from JRA55 reanalysis and the hindcasts are issued on November 1st. On seasonal timescales, the MIROC6 prediction system shows an improvement in Niño3.4 prediction skill from that of MIROC5, though the skill itself is still modest. SLP variability around Japan appears to have predictive skill up to second winter (lead time of about 15 month) and summer (lead time of about 21 month) possibly due to the improved ENSO prediction skill and the better representation of East Asian monsoon. On longer timescales, although the predictive component largely originates from the externally forced variability, MIROC6 shows predictive skills in the surface air temperature particularly in the North Pacific and the North Atlantic.

キーワード：近未来予測、季節予測
Keywords: near-term prediction, seasonal prediction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Identifying the early 2000s hiatus associated with internal climate variability

*Xin-Gang Dai[1], Ping Wang[2]

1. Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, 2. Chinese Academy of Meteorological Sciences

This study focuses on re-examining the early 2000s hiatus and the associated key components of the global mean surface temperature (GMST) using multiscale statistics for five well-known gridded surface temperature and two reanalysis datasets. The hiatus is characterized as a near-zero trend on the decadal scale corresponding to the maximum P-value via an F-test in statistics. The results reveal that the hiatus exists in both the GMST and global mean air temperature (GMAT) time series, rather than in global warming component, which has maintained an approximately constant rate of change of approximately 0.08ºC/decade over the past three decades. The hiatus' s duration is different from that of time series such as 2002-2012/2001-2013/2002-2014 in HadCRUT4, NOAA-old, ERA-Interim and NCEP-R2. The newly gridded datasets with data infilling or bias correction for interpreting the sea surface temperature (SST) measurement from the old versions show a slightly higher trend from for 2002-2012 than the hiatus, which is thus regarded as a slowdown. Comparison suggests that the hiatus should be during the period 2002-2012. Orthogonal wavelet decomposition of the temperature time series shows that the hiatus was merely a decadal balance between cooling from interannual variability and global warming, in addition to weak warming from interdecadal and multidecadal climate oscillations. In addition, the evolutions of the GMST' s interannual composite well coincided with Niño3.4 SST anomalies, which is consistent with the numerical simulation performed by Kosaka and Xie in 2013. Hence, it is the anomalous El Niño Southern Oscillation (ENSO) events in the early 2000s that caused the hiatus despite a constant rate of global warming and the maximum magnitude of the multidecadal composite that led to the limited contribution to the trend during this period. The multidecadal composite follows a downward path, which implies that future climate conditions will likely rely on competition between multidecadal cooling and global warming if the multidecadal climate cycle repeats, as was experienced during the second half of the twentieth century.

Keywords: Global mean temperature, early 2000s hiatus, multiscale decomposition, global warming, multidecadal oscillation, interannual variability

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Decadal Evolution of the Surface Energy Budget during the Fast Warming and Global Warming Hiatus Periods in the ERA-Interim

*XIAOMING HU[1]

1. Sun Yat-sen University

The global-mean surface temperature has experienced a rapid warming from the 1980s to early-2000s but a muted warming since, referred to as the global warming hiatus in the literature. Decadal changes in deep ocean heat uptake are thought to primarily account for the accelerated warming rate and subsequent slowdown. Here, we examine the role of ocean heat uptake in establishing the fast warming and warming hiatus periods in the ERA-Interim through a decomposition of the global-mean surface energy budget. We find the increase of carbon dioxide alone yields a nearly steady increase of the downward longwave radiation at the surface from the 1980s to the present, but neither accounts for the fast warming nor warming hiatus periods. During the global warming hiatus period, the transfer of latent heat energy from the ocean to atmosphere increases and the total downward radiative energy flux to the surface decreases due to a reduction of solar absorption caused primarily by an increase of clouds. The reduction of radiative energy into the ocean and the surface latent heat flux increase cause the ocean heat uptake to decrease and thus contribute to the slowdown of the global-mean surface warming. Our analysis also indicates that in addition to a reduction of deep ocean heat uptake, the fast warming period is also driven by enhanced solar absorption due predominantly to a decrease of clouds and by enhanced longwave absorption mainly attributed to the air temperature feedback.

Keywords: global warming, global warming hiatus, surface energy budget

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The role of ocean variability for multi-year droughts in Australia

*Andrea Taschetto[1,2], Alex Sen Gupta[1,2], Caroline C Ummenhofer[3], Matthew H England[1,2]

1. Climate Change Research Centre, University of New South Wales, Sydney, Australia, 2. ARC Centre of Excellence for Climate Extremes, University of New South Wales, Sydney, Australia, 3. Department of Physical Oceanography, Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, MA, USA

Australian climate is strongly affected by variations in sea surface temperature in the Pacific, Indian and Southern Oceans. Over the northern and eastern regions of Australia, the El Niño –Southern Oscillation (ENSO) is the main phenomenon causing profound impacts in rainfall. On the southern regions, a large proportion of rainfall comes from synoptic weather systems at the mid-latitudes, such as cold fronts and cut-off lows. The interaction between the tropical modes of variability and the atmosphere dynamics at mid-latitudes makes difficult to understand the role of the oceans for droughts relative to the atmosphere internal variability.

The contribution of ocean versus atmosphere variability for Australian rainfall is investigated in this study. Numerical experiments are performed using the National Center for Atmospheric Research (NCAR) Community Earth System Model (CESM). Three multi-century simulations are integrated to address the role of the oceans for rainfall variability: (i) a fully coupled climate system run, (ii) an run forced with climatological cycle of SST, i.e. no SST variability beyond one year, and (iii) a run forced with varying SST, i.e. containing SST variability but no air-sea feedback.

Our results show that interannual variations in sea surface temperature has a significant impact on rainfall variability and extremes, such as multi-year droughts and pluvials. Ocean variability makes droughts more intense and modulates the duration of short-term dry spells. However, interannual variability in the oceans does not significantly affect the duration of droughts longer than 3 years. On the other hand, in a world with no year-to-year ocean variability, multi-year dry spells can last longer than oceanic-driven droughts. This can be explained by the influence that ENSO has over the tropics:ENSO is a crucial phenomenon for restoring droughts and pluvials. In the absence of ocean variability, there is no dominant climate driver that can act to terminate extended dry or wet periods.

Keywords: Precipitation variability, Droughts, El Niño - Southern Oscillation, atmospheric variability , ocean variability

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Decadal variability and predictability in the Southern Ocean - implications for interpreting recent observed trends

*Liping Zhang[1,2], Thomas L Delworth[2], William Cooke[2,3], Xiaosong Yang[2,3]

1. Princeton University, 2. Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, 3. UCAR

While decadal variability and predictability in the North Atlantic and North Pacific have received considerable attention, there has been less work on decadal variability and predictability in the Southern Ocean. As shown previously, a coherent mode of decadal to centennial variability exists in multiple climate models. The mechanism involves a multidecadal accumulation of heat in the subsurface of the Southern Ocean, which is then rapidly discharged through intense oceanic convection when the accumulation of subsurface heat reduces the stratification of the water column. The release of this accumulated subsurface heat can have considerable regional scale climatic impacts, along with substantial impacts on ocean heat uptake. Using a large suite of perfect predictability experiments, in concert with long control simulations, we show that this variability has a high degree of predictability. We present further results that show this type of variability may play an important role for interpreting recently observed trends of sea ice and temperature in the Southern Ocean. Specifically, observed trends over the last several decades resemble a particular phase of this variability in which reduced oceanic convection leads to subsurface warming and surface cooling, with associated increases in sea ice extent. This phase of natural variability may substantially contribute to observed decadal trends, working in concert with other factors.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-OS 海洋科学・海洋環境

2019年5月30日(木) 9:00 ~ 10:30 | 105 1F

[A-OS10] Atlantic climate variability, and its global impacts and predictability

コンビーナ:Ingo Richter(JAMSTEC Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)、時長 宏樹(九州大学応用力学研究所)、Noel S Keenlyside(Geophysical Institute Bergen)、Carlos R Mechoso(University of California Los Angeles)、座長:時長 宏樹(京都大学白眉センター)、Ingo Richter

The Atlantic Ocean is subject to pronounced climate variations that occur on a wide range of time scales, including interannual variability in the equatorial and subtropical regions, and Atlantic multi-decadal variability (AMV), which has been linked with the Atlantic meridional overturning circulation (AMOC). These are connected to other climate variations across the globe. The AMV, e.g., has long been known to have global impacts, such as changes in the Indian, Asian and South American summer monsoons, and changes in the Pacific associated with the "global hiatus". Interannual variability in the equatorial and subtropical Atlantic has also been shown to influence global climate, including over Asia, while the freshening of the North Atlantic by melting of the Greenland ice cap is expected to influence all ocean basins via atmospheric bridges. Likewise, misrepresentation of the Atlantic can have global ramifications in climate models. Misrepresentation of the AMOC, e.g., has been associated with model biases in the entire Northern Hemisphere.

This session seeks observational, modeling, and theoretical studies on the mechanisms that determine the Atlantic mean climate and variability, as well as the predictability and global impacts of such variability. We also seek studies that evaluate climate model performance in the region. Topics include atmosphere-ocean-cloud interactions in the tropical Atlantic and their remote impacts; relationships between tropical and mid/high latitude variability; air-sea interaction along the Gulf Stream and its influence on cyclones and storm track evolution; variability in the Benguela upwelling region; influence of Agulhas leakage on the South Atlantic; coupled climate models biases in the region and their impacts; AMOC and long-term climate change.

9:00 ~ 9:15

[AOS10-01] Atlantic impacts on the tropical Pacific climate in the 2000s

*望月 崇[1]、渡部 雅浩[2]、木本 昌秀[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.東京大学大気海洋研究所)

9:15 ~ 9:30

[AOS10-02] Recent acceleration of Arabian Sea warming induced by the Atlantic-western Pacific trans-basin multidecadal variability

*Cheng Sun[1] (1.Beijing Normal University)

9:30 ~ 9:45

[AOS10-03] **Westward Wind Changes over the Tropical and Mid-latitude Pacific in the Past Three Decades Driven by the Inter-basin Teleconnections**

★Invited Papers

*Xichen Li[1] (1.Institute of Atmospheric Physics)

9:45 ~ 10:00

[AOS10-04] On the Usefulness of the Atlantic Multidecadal Oscillation Index for Identifying Origins of North Atlantic Sea Surface Temperature Variability

*Jing Sun[1,2]、Mojib Latif[1,3]、Wonsun Park[1]、Taewook Park[1,4] (1.GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel、2.Ocean University of China、3.University of Kiel、4.Korea Polar Research Institute)

10:00 ~ 10:15

[AOS10-05] Atlantic Multidecadal SST Signal Modulated by the Low-Frequency Mixed Layer Depth Variability

*Ayako Yamamoto[1]、Hiroaki Tatebe[1]、Masami Nonaka[1] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

10:15 ~ 10:30

[AOS10-06] A High-Resolution Future Wave Climate Projection for the Northwestern Atlantic

*Adrean Webb[1]、Tomoya Shimura[1]、Nobuhito Mori[1] (1.Kyoto University, Disaster Prevention Research Institute)

Atlantic impacts on the tropical Pacific climate in the 2000s

*望月 崇[1]、渡部 雅浩[2]、木本 昌秀[2]
*Takashi Mochizuki[1], Masahiro Watanabe[2], Masahide Kimoto[2]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 東京大学大気海洋研究所
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Atmosphere-Ocean Research Institute, The University of Tokyo

A subdecadal (i.e., 3-year-running means) variation over the tropical Pacific is very distinctively observed in the 2000s. Here, we have demonstrated that sea surface temperature (SST) anomalies in the tropical Atlantic contribute to forming high ocean temperature anomalies of the tropical Pacific in the early-2000s, by performing partial data assimilation of global climate model. Low SST over the equatorial Atlantic changes the Walker circulation and the associated weakening of the Pacific trade wind raises the equatorial SST on the subdecadal timescales. At the same time, high SST anomaly is generated also in the off-equatorial North Pacific through deepening of the upper ocean thermocline due to an accompanying anti-cyclonic surface wind anomaly aloft. In addition, the north tropical Atlantic SST may help the subdecadal warming in the equatorial Pacific, similar to the common changes working as a seasonal trigger of the so-called central Pacific El Nino Southern Oscillation event.

キーワード：subdecadal variability、interbasin influence、partial data assimilation、Pacific trade wind
Keywords: subdecadal variability, interbasin influence, partial data assimilation, Pacific trade wind

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Recent acceleration of Arabian Sea warming induced by the Atlantic-western Pacific trans-basin multidecadal variability

*Cheng Sun[1]

1. Beijing Normal University

The rapid warming of the Arabian Sea (AS) brings an increased risk of extreme weather and climate events,
e.g., flood, heat wave and cyclone. AS warming has significantly accelerated since the 1990s, in particular in the
spring season, stemming from the multidecadal variability of AS sea surface temperature (SST). Here, we show
that this variability is closely related to the Atlantic multidecadal oscillation (AMO). A set of Atlantic pacemaker
experiments with slab mixed-layer ocean model successfully reproduce the AS spring multidecadal variability and
its connection with the AMO. An atmospheric teleconnection from the Atlantic to the AS in the preceding winter
and associated thermodynamic air-sea feedback are found important. The teleconnection can be recreated by the
atmospheric model when the SSTs of AMO and its trans-basin footprint over western Pacific (WP) are prescribed
simultaneously. The WP SST warming associated with AMO positive phase induces a Gill-type Rossby wave
response over the AS, showing an anomalous low and converging southerlies that weaken the winter northerly.
A positive wind-evaporation-SST feedback further develops, leading to the AS SST anomalies being formed and
maintained to the subsequent spring. The concurrent cold-to-warm phase shift of AMO and its WP SST footprint
since the 1990s contributes constructively to the rapid warming of AS. Our results suggest a key role of trans-basin
interactions in the attribution of historical regional SST warming and constraint of projected future warming.

Keywords: Atlantic multidecadal oscillation , Trans-basin variability, Arabian Sea warming

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

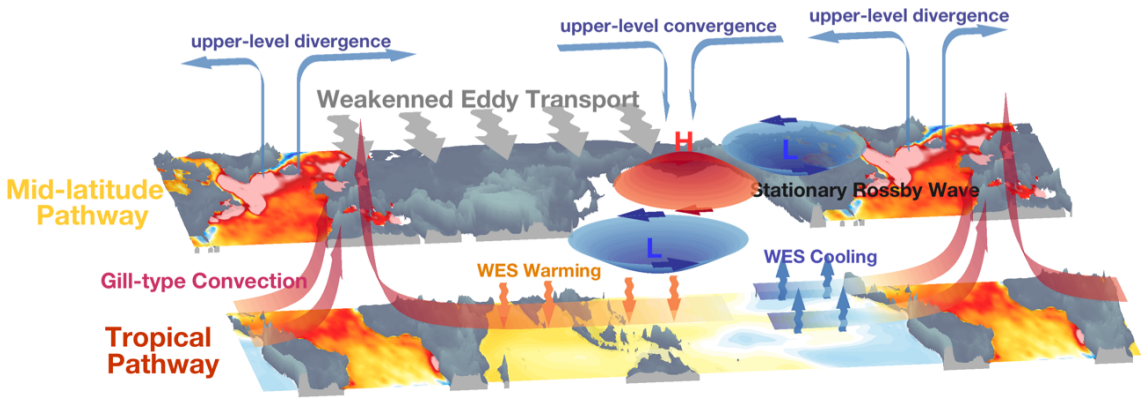
Westward Wind Changes over the Tropical and Mid-latitude Pacific in the Past Three Decades Driven by the Inter-basin Teleconnections

*Xichen Li[1]

1. Institute of Atmospheric Physics

Due to its active role in the atmosphere-ocean interactions and in the global climate variability, the trade wind regime over the Pacific Ocean has been receiving increased attention. Although the intensification of the equatorial trade wind in recent decades has been widely investigated, the meridional extension of this easterly wind change and the associated mechanism remain unclear. To untangle this problem, we combine observations, reanalysis datasets, and a hierarchy of climate model simulations. Analysis based on measurements and reanalysis datasets show that the intensified easterly wind anomaly is not only confined within the tropical basin, but also extends to the mid-latitude Pacific, from 40˚S to 40˚N. In the tropics, the trade wind change is primarily attributed to the enhanced Walker circulation driven by the inter-basin teleconnection and further the decadal variability over the Atlantic and the Pacific oceans, whereas in the mid-latitudes, the changes in sub-tropical highs and Aleutian Low become more dominant. While the altered winds can contribute to the observed sea surface temperature (SST) changes in both tropical and mid-latitude Pacific, they are not driven by the regional Pacific SST changes. Instead, the wind changes are mostly caused by remote influences originated from the tropical Atlantic and Indian Ocean SST changes through stationary Rossby waves. This finding builds a direct pathway linking the tropical Atlantic and Indian Ocean to the mid-latitude Pacific. This pathway has a broad implication for understanding air-sea interactions and sea level changes over the Pacific, and may have an important impact on the interannual and decadal predictability of the Pacific climate variability, such as Pacific Decadal Oscillation and El Niño –Southern Oscillation.

Keywords: Pacific, Westerly Wind, Interbasin Teleconnection



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

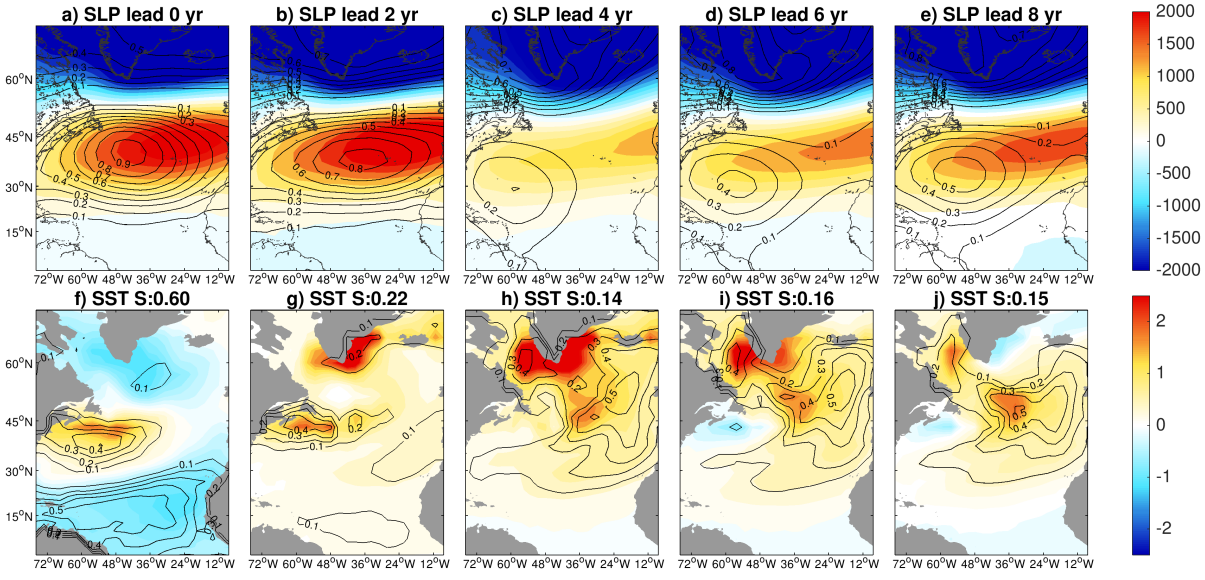
On the Usefulness of the Atlantic Multidecadal Oscillation Index for Identifying Origins of North Atlantic Sea Surface Temperature Variability

*Jing Sun[1,2], Mojib Latif[1,3], Wonsun Park[1], Taewook Park[1,4]

1. GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel, 2. Ocean University of China, 3. University of Kiel, 4. Korea Polar Research Institute

We provide, on the basis of observations and climate models, an interpretation of the Atlantic Multidecadal Oscillation (AMO) index which is widely used in studies addressing sea surface temperature (SST) variability over the North Atlantic (NA). In particular, the AMO index is often used as an index of the Atlantic Meridional Overturning Circulation (AMOC). The AMO index, defined here as the anomalous North Atlantic SST averaged over 0˚ - 60˚ N, accounts for significant SST variability over the tropical and subpolar NA. Climate models analyzed in this study suggest that the AMOC only accounts for significant SST variability over the subpolar NA. In these models, a low-pass filtered AMO index also is associated with SST variability only over the subpolar NA and tracks well multidecadal AMOC variability. SST variability over the tropical NA has previously been suggested to be largely governed by local surface wind variability, which can be amplified the wind-evaporation-SST feedback, and remote forcing by El Niñ o/Southern Oscillation, the leading mode of interannual variability over the tropical Pacific. The AMO index lumps together SST variability associated with different physical mechanisms, which limits the usefulness of the index to understand the origins of NA SST variability. Our results may help to reconcile seemingly competing results about the role of ocean dynamics in NA SST variability.

Keywords: Atlantic Multidecadal Oscillation/Variability, Atlantic Meridional Overturning Circulation, North Atlantic sea surface temperature



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Atlantic Multidecadal SST Signal Modulated by the Low-Frequency Mixed Layer Depth Variability

*Ayako Yamamoto[1], Hiroaki Tatebe[1], Masami Nonaka[1]

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Atlantic Multidecadal Oscillation (AMO) has conventionally been attributed to the heat transport associated with the Atlantic Meridional Overturning Circulation. A recent study, however, challenged this paradigm and indicated that the North Atlantic basin-wide sea surface temperature (SST) pattern analogous to AMO can emerge owing to the atmospheric stochastic forcings in slab ocean models, without an active ocean. Subsequent studies have disputed this finding, arguing that the cause of the SST warming differ between the slab ocean models and fully-coupled models; however, a consensus is yet to be reached.

In this study, we take an approach to resolve this conundrum, by partitioning the multidecadal SST tendency into a part that is induced by the surface heat fluxes and another by the ocean, using a latest version of a fully-coupled climate model, MIROC6. We found that the heat flux term is primarily responsible for the North Atlantic subpolar SST warming, opposing the cooling caused by the oceanic term, despite that the associated heat flux anomalies are upward. Further decomposition of the heat flux term indicates that it is the mixed layer depth (MLD) deepening that makes the ocean less susceptible for cooling. This MLD variability is essentially induced by the anomalous salinity transport by the Gulf Stream modulated by the multidecadal North Atlantic Oscillation. The tropical North Atlantic SST signal, in contrast, arises due to the surface heat fluxes. Our study thus implies the key role of both air-sea fluxes and the ocean dynamics in the emergence of the AMO signal.

Keywords: Atlantic Multidecadal Oscillation/Variability, Gulf Stream, mixed-layer depth

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A High-Resolution Future Wave Climate Projection for the Northwestern Atlantic

*Adrean Webb[1], Tomoya Shimura[1], Nobuhito Mori[1]

1. Kyoto University, Disaster Prevention Research Institute

A high-resolution wave climate projection for the Northwestern Atlantic has been conducted to help assess possible regional impacts under an RCP8.5 climate forcing scenario. Here, NOAA WAVEWATCH III is utilized to resolve the Northwestern Atlantic and US Eastern Coast at approximately 21 km and 7 km, respectively. Hourly wind field forcings are provided by MRI-AGCM 3.2S at a 21 km/lat resolution and the increased temporal frequency and spatial resolution allow for better modeling of large storm events. Climatological (25-year) significant wave height differences between future and historical periods indicate that a seesaw effect will occur, with decreases occurring in the Northwest Atlantic and Gulf of Mexico and increases occurring in the Caribbean Sea. Other notable changes include decreases in incident shoreline energy along the US East Coast. Further details of the projection will be discussed, including underlying wind field changes and extreme wave statistics.

Keywords: wave climate, Northwest Atlantic, WaveWatch III

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-OS 海洋科学・海洋環境

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | 105 1F

[A-OS10] Atlantic climate variability, and its global impacts and predictability

コンビーナ:Ingo Richter(JAMSTEC Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)、時長 宏樹(九州大学応用力学研究所)、Noel S Keenlyside(Geophysical Institute Bergen)、Carlos R Mechoso(University of California Los Angeles)、座長:Ingo Richter、時長 宏樹(京都大学白眉センター)

The Atlantic Ocean is subject to pronounced climate variations that occur on a wide range of time scales, including interannual variability in the equatorial and subtropical regions, and Atlantic multi-decadal variability (AMV), which has been linked with the Atlantic meridional overturning circulation (AMOC). These are connected to other climate variations across the globe. The AMV, e.g., has long been known to have global impacts, such as changes in the Indian, Asian and South American summer monsoons, and changes in the Pacific associated with the "global hiatus". Interannual variability in the equatorial and subtropical Atlantic has also been shown to influence global climate, including over Asia, while the freshening of the North Atlantic by melting of the Greenland ice cap is expected to influence all ocean basins via atmospheric bridges. Likewise, misrepresentation of the Atlantic can have global ramifications in climate models. Misrepresentation of the AMOC, e.g., has been associated with model biases in the entire Northern Hemisphere.

This session seeks observational, modeling, and theoretical studies on the mechanisms that determine the Atlantic mean climate and variability, as well as the predictability and global impacts of such variability. We also seek studies that evaluate climate model performance in the region. Topics include atmosphere-ocean-cloud interactions in the tropical Atlantic and their remote impacts; relationships between tropical and mid/high latitude variability; air-sea interaction along the Gulf Stream and its influence on cyclones and storm track evolution; variability in the Benguela upwelling region; influence of Agulhas leakage on the South Atlantic; coupled climate models biases in the region and their impacts; AMOC and long-term climate change.

10:45 ~ 11:00

[AOS10-07] Tropical Atlantic Impact on ENSO predictability

★Invited Papers

*Belen Rodriguez-Fonseca[1,2]、Irene - Polo[1]、Elsa - Mohino[1]、Teresa - Losada[1]、Marta - Martin-Rey[5]、Roberto - Mechoso[3]、Noel - Keenlyside[4] (1.Department of Physics of the Earth and Astrophysics, UCM, Madrid, Spain、2.Institute of Geosciences, IGEO, UCM-CSIC, Madrid, Spain、3.Department of Atmospheric and Oceanic Sciences, UCLA, Los Angeles, USA、4.Geophysical Institute, University of Bergen, Norway、5.Instituto de Ciencias del Mar, Barcelona, Spain)

11:00 ~ 11:15

[AOS10-08] Interannual variability of Antarctic Intermediate Water in the tropical North Atlantic

*Yao Fu[1]、Chunzai Wang[1]、Peter Brandt[2,3]、Richard J. Greatbatch[2,3] (1.State Key Laboratory of Tropical Oceanography, South China Sea Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, China、2.GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel, Kiel, Germany 、3.Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel, Germany)

11:15 ~ 11:30

[AOS10-09] Understanding the mechanisms of the Atlantic meridional climate variability

*Hyacinth C Nnamchi[1]、Riccardo Farneti[2]、Noel S Keenlyside[3]、Fred Fred Kucharski[2]、Mojib Latif[1] (1.GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel, Kiel, Germany、2.Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, Trieste, Italy、3.Geophysical Institute, University of Bergen, and Bjerknes Centre for Climate Research, Bergen, Norway)

11:30 ~ 11:45

[AOS10-10] The corss-equatorical gradient variability: The role of heat, momentum, and freshwater flux

*片岡 崇人[1] (1.研究開発法人　海洋研究開発機構)

11:45 ~ 12:00

[AOS10-11] Generation mechanisms of the Benguela Nino with a focus on local amplification

*東塚 知己[1]、小林 諒[1] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)

12:00 ~ 12:15

[AOS10-12] **Seasonal energy analysis for baroclinic waves in equatorial Atlantic through a diagnostic scheme for energy flux**

*Qingyang Song[1]、Hidenori AIKI[1] (1.Institute of space-earth environmental research, Nagoya University)

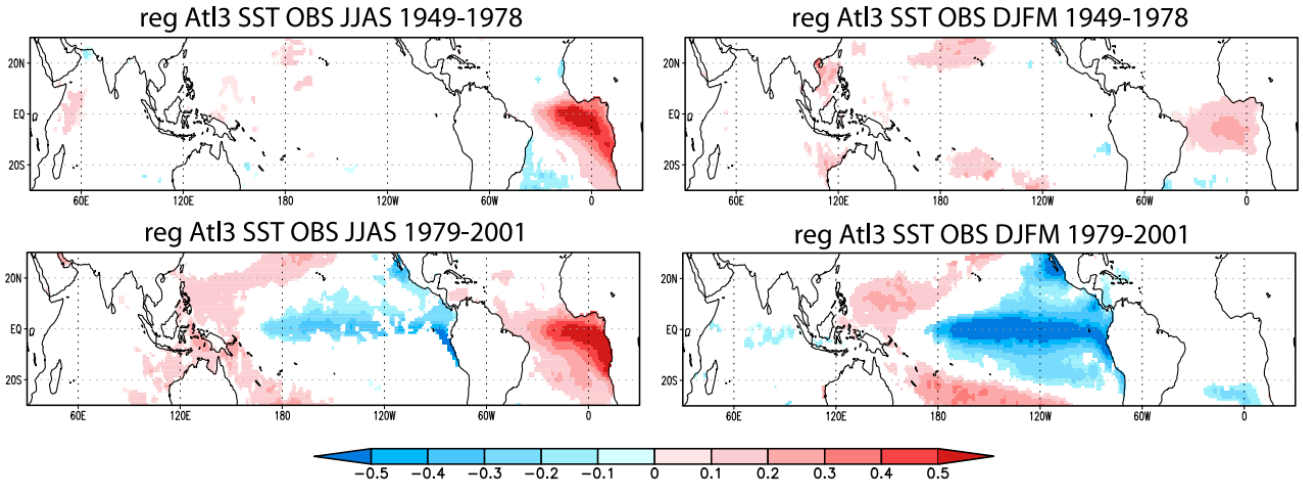
Tropical Atlantic Impact on ENSO predictability

*Belen Rodriguez-Fonseca[1,2], Irene - Polo[1], Elsa - Mohino[1], Teresa - Losada[1], Marta - Martin-Rey[5], Roberto - Mechoso[3], Noel - Keenlyside[4]

1. Department of Physics of the Earth and Astrophysics, UCM, Madrid, Spain, 2. Institute of Geosciences, IGEO, UCM-CSIC, Madrid, Spain, 3. Department of Atmospheric and Oceanic Sciences, UCLA, Los Angeles, USA, 4. Geophysical Institute, University of Bergen, Norway, 5. Instituto de Ciencias del Mar, Barcelona, Spain

Observational studies have identified periods of enhanced ENSO predictability from tropical Atlantic variability. Some works have found that this enhancement is provided by the boreal summer Atlantic Equatorial Mode (EM) impact on the atmospheric processes that trigger the following winter ENSO phenomenon. Other works have found how the variability of sea surface temperature (SST) in the northern tropical Atlantic (NTA) during boreal spring acts as ENSOs optimal predictor. The periods of enhanced ENSO predictability appear in phase with the Atlantic Multidecadal Variability (AMV) but no physical explanation has been posed so far. Here we present a hypothesis that conciliates for the first time the existence of both relationships in observations . The results are tested in CMIP5 PI-Control simulations, which allows consideration of a large number of time-periods in which either the NTA or the EM impact ENSO are tested. Model results are consistent with our hypothesis about the switch for the inter-basin connections and the proposed mechanisms. In addition, the model bias in global SST consisting of too high values south of the equator favors some interbasin teleconnections more than others.

Keywords: Atlantic-Pacific interbasin connections, tropical Atlantic variability, ENSO predictability, CMIP5



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Interannual variability of Antarctic Intermediate Water in the tropical North Atlantic

*Yao Fu[1], Chunzai Wang[1], Peter Brandt[2,3], Richard J. Greatbatch[2,3]

1. State Key Laboratory of Tropical Oceanography, South China Sea Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, China, 2. GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel, Kiel, Germany , 3. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel, Germany

Interannual variability of Antarctic Intermediate Water (AAIW) in the tropical North Atlantic is investigated using the GECCO2 ocean state estimate and Argo data. AAIW salinity variability near the western boundary is shown to be highly correlated with the western boundary current (WBC) transport on interannual timescales. Northward propagating anomalies are associated with the WBC variability that, in turn, is related to the large-scale wind stress curl forcing by means of the Sverdrup balance. AAIW anomalies also propagate westward with the speed of baroclinic Rossby waves, indicating that the westward propagation of baroclinic Rossby waves also plays a role in the variability of AAIW characteristics. Slow eastward spreading of AAIW anomalies is also identified on decadal timescales. Understanding the observed interannual and decadal variability of AAIW salinity is important to properly interpret salinity changes with respect to changes in the hydrological cycle.

Keywords: Interannual variability of Antarctic Intermediate Water (AAIW) in the tropical North Atlantic, Meridional propagating AAIW salinity anomalies associated with the western boundary current variability, Zonal propagating AAIW anomalies related to baroclinic Rossby wave propagation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Understanding the mechanisms of the Atlantic meridional climate variability

*Hyacinth C Nnamchi[1], Riccardo Farneti[2], Noel S Keenlyside[3], Fred Fred Kucharski[2], Mojib Latif[1]

1. GEOMAR Helmholtz Centre for Ocean Research Kiel, Kiel, Germany, 2. Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, Trieste, Italy, 3. Geophysical Institute, University of Bergen, and Bjerknes Centre for Climate Research, Bergen, Norway

Decadal climate variability over tropical Atlantic is dominated by the Atlantic meridional mode (AMM). The AMM is characterized by opposite sea surface temperature anomalies to the north and south of the equator, anomalous wind flow from the cooler to the warmer hemisphere and meridional shift of the inter-tropical convergence zone. The tropical variability has also been linked to meridional variability in the South Atlantic and the extratropics of North Atlantic, with far-reaching impacts over the adjacent continents. The AMM is primarily understood in terms of the thermodynamic ocean-atmosphere interactions, particularly, the wind-evaporation sea surface feedback. Using a global ocean model forced by atmospheric observations, this study suggests that the Atlantic meridional overturning circulation may affect the Atlantic-scale meridional climate variability.

Keywords: Atlantic meridional mode, AMOC, WES feedback

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The corss-equatorical gradient variability: The role of heat, momentum, and freshwater flux

*片岡 崇人[1]
*Takahito Kataoka[1]

1. 研究開発法人　海洋研究開発機構
1. JAMSTEC Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

The ocean-atmosphere feedback associated with the thermodynamic coupling among wind speed, evaporation, and sea surface temperature (SST), called the wind-evaporation-SST (WES) feedback, contributes to the cross-equatorial SST gradient over the tropical oceans. By conducting an eigenanalyses of simple linear air-sea coupled models, it is shown that three additional feedback processes are present when the variable oceanic mixed layer depth (MLD) is considered. The horizontal structures of the leading modes are similar to the WES mode, which shows a meridional dipole in the SST anomalies straddling the equator with cross-equatorial wind anomalies that represent the weakening/strengthening of the trade winds over the warm/cool SST anomalies.
In the presence of the damping term, the WES mode exists as a least damped mode consistent with previous studies. When the buoyancy flux anomaly associated with the latent heat flux anomaly is considered, a similar dipole mode in obtained, but the decaying time scale is about 40 % smaller. The freshwater flux coupling also gives a cross-equatorial gradient mode, but its stability is even smaller (decaying time scale is about 30 % of that of the WES). On the other hand, the momentum coupling allows a strongest meridional dipole variability, which is weakly unstable, indicating the importance of the wind mixing effect on the tropical meridional modes.

キーワード：大気海洋相互作用、熱帯、海洋混合層
Keywords: air-sea interaction, tropics, ocean mixed layer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Generation mechanisms of the Benguela Nino with a focus on local amplification

*東塚 知己[1]、小林 諒[1]
*Tomoki Tozuka[1], Ryo Kobayashi[1]

1. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻
1. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo

Benguela Nino is associated with positive sea surface temperature (SST) anomalies off the west coast of Angola and Namibia in the South Atlantic. Although both local and remote forcing have been indicated to contribute to the development of Benguela Nino, the reason why their relative contribution varies among the events has not been clarified. Thus, the generation mechanisms of the Benguela Nino are investigated in this study by categorizing the events into locally amplified and non-locally amplified events depending on whether alongshore wind anomalies contribute to the development of the Benguela Nino. It is found that the locally events are associated with alongshore northerly wind anomalies related to anomalous weakening of the subtropical anticyclone in the South Atlantic known as St. Helena High and the continental low named Angola Low. On other hands, no alongshore wind anomalies that favor the development of SST anomalies exist in the non-locally amplified events. A mixed layer heat budget analysis reveals that the surface heat flux term is greater in the locally amplified events owing to smaller latent heat release associated with the weakening of the climatological southerly winds, while the anomalous warming by the advection term is stronger in the non-locally amplified events.

キーワード：沿岸ニーニョ、南大西洋、経年変動、セントヘレナ高気圧、アンゴラ低気圧
Keywords: Coastal Nino, South Atlantic, Interannual variation, St. Helena High, Angola Low

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Seasonal energy analysis for baroclinic waves in equatorial Atlantic through a diagnostic scheme for energy flux

*Qingyang Song[1], Hidenori AIKI[1]

1. Institute of space-earth environmental research, Nagoya University

This study applied a gravity-reduced ocean model to simulate three baroclinic normal modes covering 20 years for energy analysis in Atlantic Ocean. The model, considering lateral mixing, is driven by decomposed wind forcing for each mode. Energy flux were calculated through a recently proposed diagnostic scheme with model output for all the three modes. The scheme is capable of altering pressure flux to the direction parallel to group velocities of Rossby and mixed Rossby waves in equatorial region (4° N to 4°S) without affecting the divergence. The obtained annual energy flux confirmed the dominant of westward Rossby waves in the northern and southern part of the equatorial region, while eastward Kelvin and mixed Rossby waves are most prevail in central and eastern part. The results are consistent with the fact that in the west tropical Atlantic, the most prominent signal is annual and in the central and east Atlantic, is semi-annual. Additionally, three monthly averaged energy flux revealed the seasonal energy cycle of baroclinic waves in equatorial Atlantic. Two energy sources in August and April emerged in western (around 35°W) and central part (around 15°W) of the equator in Atlantic ocean respectively. Those results suggested that the energy flux calculated by new proposed scheme in Atlantic Ocean can provide a powerful tool for energy analysis making significant contributions for further climate predictions.

Keywords: Equatorial basin mode, Energy flux, Tropical Atlantic, Seasonal variability

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-OS 海洋科学・海洋環境

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_4

[A-OS10] Atlantic climate variability, and its global impacts and predictability

コンビーナ:Ingo Richter(JAMSTEC Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)、時長 宏樹(九州大学応用力学研究所)、Noel S Keenlyside(Geophysical Institute Bergen)、Carlos R Mechoso(University of California Los Angeles)

The Atlantic Ocean is subject to pronounced climate variations that occur on a wide range of time scales, including interannual variability in the equatorial and subtropical regions, and Atlantic multi-decadal variability (AMV), which has been linked with the Atlantic meridional overturning circulation (AMOC). These are connected to other climate variations across the globe. The AMV, e.g., has long been known to have global impacts, such as changes in the Indian, Asian and South American summer monsoons, and changes in the Pacific associated with the "global hiatus". Interannual variability in the equatorial and subtropical Atlantic has also been shown to influence global climate, including over Asia, while the freshening of the North Atlantic by melting of the Greenland ice cap is expected to influence all ocean basins via atmospheric bridges. Likewise, misrepresentation of the Atlantic can have global ramifications in climate models. Misrepresentation of the AMOC, e.g., has been associated with model biases in the entire Northern Hemisphere.

This session seeks observational, modeling, and theoretical studies on the mechanisms that determine the Atlantic mean climate and variability, as well as the predictability and global impacts of such variability. We also seek studies that evaluate climate model performance in the region. Topics include atmosphere-ocean-cloud interactions in the tropical Atlantic and their remote impacts; relationships between tropical and mid/high latitude variability; air-sea interaction along the Gulf Stream and its influence on cyclones and storm track evolution; variability in the Benguela upwelling region; influence of Agulhas leakage on the South Atlantic; coupled climate models biases in the region and their impacts; AMOC and long-term climate change.

[AOS10-P01] The strengthening of Amazonian precipitation during the wet season driven by tropical sea surface temperature forcing

*Xinyue Wang[1]、Xichen Li[1]、Jiang Zhu[1]、Clemente A S Tanajura[2] (1.Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences、2.Institute of Physics, Federal University of Bahia, Salvador, Brazil)

[AOS10-P02] Linear inverse modeling of the tropical Atlantic

*Ingo Richter[1]、Ping Chang[2] (1.JAMSTEC Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、2.Texas A&M University)

[AOS10-P03] Relationships Among Inter-model Spread and Biases in Tropical Atlantic Sea Surface Temperatures

Elsa - Mohino Harris[1]、*Belen Rodriguez-Fonseca[1,2]、Teresa - Losada[1]、Irene - Polo[1]、Roberto - Mechoso[3] (1.Department of Physics of the Earth and Astrophysics, Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid, Spain. 、2.Institute of Geosciences IGEO,UCM-CSIC, 28040, Madrid, Spain.、3.Department of Atmospheric and Oceanic Sciences, UCLA, Los Angeles, USA)

[AOS10-P04] Revisiting the CMIP5 Thermocline in the Equatorial Pacific and Atlantic Oceans

Antonio - Castaño[1,2]、Elsa - Mohino[1]、*Belen Rodriguez-Fonseca[1,2]、Teresa - Losada[1] (1.Department of Physics of the Earth and Astrophysics, Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid, Spain.、2.Institute of Geosciences, IGEO, UCM-CSIC 28040, Madrid, Spain.)

[AOS10-P05] Lagged Effects of North Atlantic SST Anomalies on Weather in Remote Areas

*Natalia Gnatiuk[1]、Timo Vihma[2]、Leonid Bobylev[1] (1.Nansen International Environmental and Remote Sensing Centre、2.Finnish Meteorological Institute)

[AOS10-P06] SST anomalies in the northern tropical Atlantic as a negative feedback to ENSO development

*Ingo Richter[1]、Hiroki Tokinaga[2]、Yu Kosaka[3]、Takeshi Doi[1] (1.JAMSTEC Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、2.Kyoto University、3.University of Tokyo)

The strengthening of Amazonian precipitation during the wet season driven by tropical sea surface temperature forcing

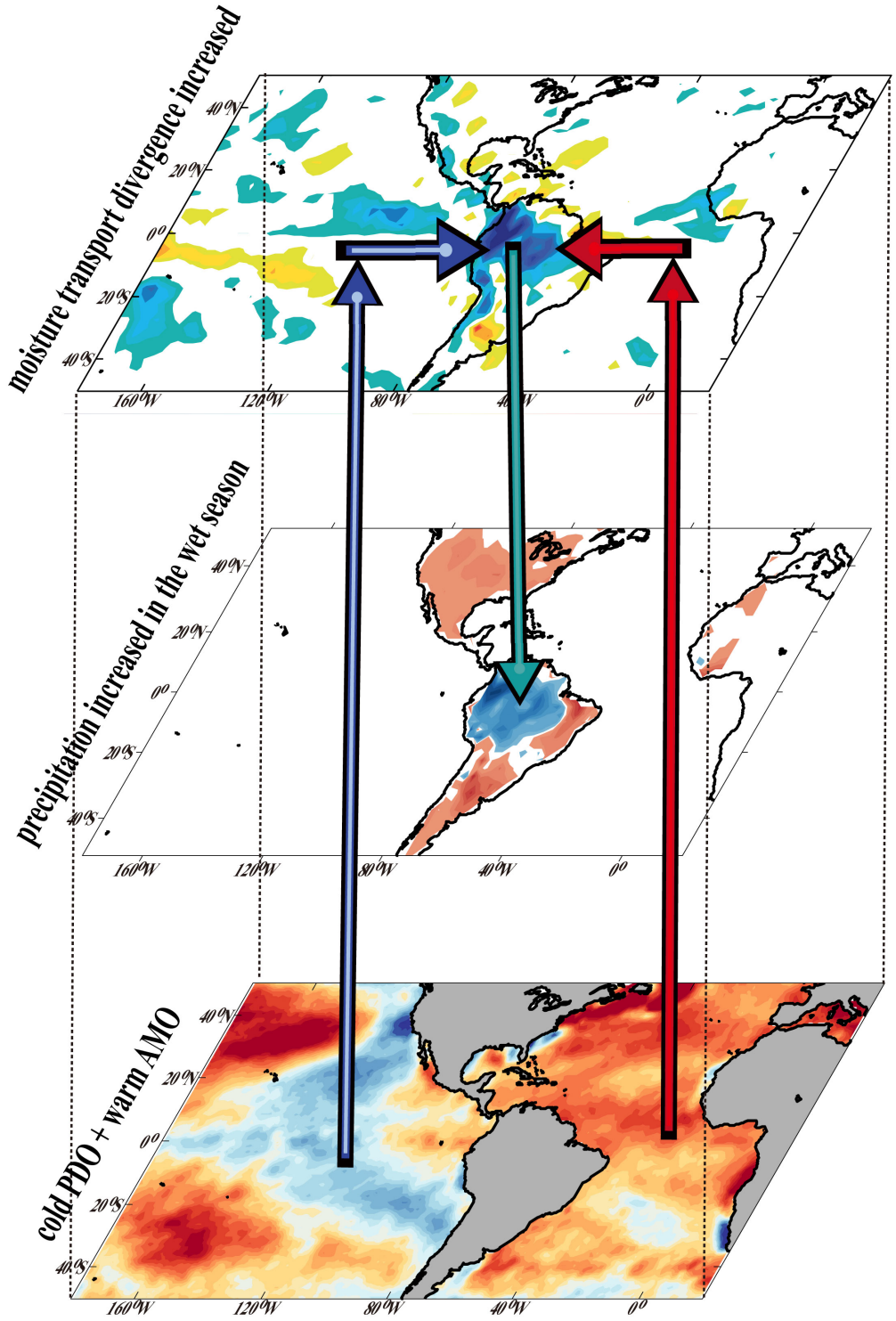
*Xinyue Wang[1], Xichen Li[1], Jiang Zhu[1], Clemente A S Tanajura[2]

1. Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, 2. Institute of Physics, Federal University of Bahia, Salvador, Brazil

Amazonian rainfall plays a critical role in the global climate system and the hydrological cycle. It is thus important to quantify changes in the Amazonian rainfall and clarify its mechanism. Previous studies indicate that the interannual variability of Amazonian precipitation could be largely attributed to variabilities in the South American monsoon system and the El Niño Southern Oscillation. However, the trend of the wet season tropical Amazonian precipitation during recent decades is not very well investigated. In this study, by combining both satellite and in situ observations, it is revealed that tropical Amazonian precipitation has significantly increased by~180 to 600 mm (in different datasets) in the wet season during the satellite era from 1979 to 2015. We then use a state-of-the-art atmospheric model to simulate the impact of the tropical sea surface temperatures (SSTs) on the precipitation changes. Results show that the multidecadal warming of the tropical Atlantic has contributed more than half of this precipitation change over the past three decades, while the east Pacific cooling plays a secondary role. We finally combine the simulation results and the reanalysis data to investigate the mechanisms of this process, i.e. the SST variability dramatically increases the convergence of the moisture transport over the Amazon region. The precipitation changes over the Amazon region largely impact on the local hydrological cycle and the ecosystem, and have important impacts on the global climate system by mediating the teleconnection between the Pacific and the Atlantic oceans. Our results show that the long-term change in the wet season Amazonian precipitation is important and deserves further investigation and discussion.

Keywords: convective precipitation, Amazon, tropical Atlantic, moisture convergence

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Linear inverse modeling of the tropical Atlantic

*Ingo Richter[1], Ping Chang[2]

1. JAMSTEC Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Texas A&M University

The tropical Atlantic features variability at interannual and decadal time scales that is known to have a strong influence on the surrounding continents and possibly other ocean basins. Current prediction systems, however, struggle to skillfully predict sea-surface temperature (SST), let alone its impact on rainfall over the adjacent continents. It is often assumed that this poor prediction skill is due to the severe SST biases and misrepresented variability patterns that most models feature in the region but this has recently been called into question.

In the present study, we construct a simple statistical model of the tropical Atlantic to 1) investigate the influence of model biases on prediction skill, and 2) establish a benchmark to evaluate dynamical model against. Using 35 fully coupled ocean-atmosphere GCMs from the pre-industrial control experiment (piControl) of the Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5) we construct a linear inverse model (LIM) for each GCM based on tropical SSTs only. The LIM thus constructed is then used to predict SSTs for the period 2000-2017 from the NCEP/NCAR reanalysis. These predictions are compared to those from a LIM constructed using the NCEP/NCAR reference for the period 1948-1999 as training data. Since each of the model LIMs is constructed from more or less unrealistic variability patterns one would expect to see a clear impact on prediction skill.

The results, however, indicate that prediction skill in the tropical Atlantic is relatively insensitive to the tropical variability patterns of each model. Only some cases see a marked deterioration of prediction skill relative to the reference model. The LIM performs well in the subtropical north and south Atlantic. In the equatorial Atlantic, on the other hand, skill is rather poor at 3 months lead time, though clearly above persistence. Our analysis suggests that in many CMIP5 models misrepresentation of variability should not be a major stumbling block toward skillful prediction. This indicates that the current lack of prediction skill in the region is due to other factors, such as model initialization or inherent predictability limits due to noise.
Comparing several dynamical hindcast experiments with the LIM constructed from observations, we find that the LIM generally has superior prediction skill over most parts of the tropical Atlantic.

Keywords: linear inverse modeling, tropical Atlantic, seasonal prediction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Relationships Among Inter-model Spread and Biases in Tropical Atlantic Sea Surface Temperatures

Elsa - Mohino Harris[1], *Belen Rodriguez-Fonseca[1,2], Teresa - Losada[1], Irene - Polo[1], Roberto - Mechoso[3]

1. Department of Physics of the Earth and Astrophysics, Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid, Spain. , 2. Institute of Geosciences IGEO,UCM-CSIC, 28040, Madrid, Spain., 3. Department of Atmospheric and Oceanic Sciences, UCLA, Los Angeles, USA

State-of-the-art general circulation models show important systematic errors in their simulation of sea surface temperatures (SST), especially in the Tropical Atlantic. In this work the spread in the simulation of climatological SST in the Tropical Atlantic by 24 CMIP5 models is examined, and its relationship with the mean systematic biases in the region is explored. The modes of inter-model variability are estimated by applying Principal Component (PC) analysis to the SSTs in the region 70ºW-20ºE, 20ºS-20ºN. The inter-model variability is approximately explained by the first three modes. The first mode is related to warmer SSTs in the basin, shows worldwide connections with same-signed loads over most of the tropics and is connected with lower low cloud cover over the eastern parts of the subtropical oceans. The second mode is restricted to the Atlantic, where it shows negative and positive loads to the north and south of the equator, respectively, and is connected to a too weak Atlantic Meridional Overturning Circulation (AMOC). The third mode is related to the double Intertropical Convergence Zone bias in the Pacific and to an interhemispheric asymmetry in the net radiation at the top of the atmosphere. According to the results, the most important of these contributors for SST biases spread in the Tropical Atlantic is the second mode, with models having stronger biases simulating weaker AMOCs.

Keywords: GCM bias, CMIP5, tropical Atlantic, intermodel spread

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Revisiting the CMIP5 Thermocline in the Equatorial Pacific and Atlantic Oceans

Antonio - Castaño[1,2], Elsa - Mohino[1], *Belen Rodriguez-Fonseca[1,2], Teresa - Losada[1]

1. Department of Physics of the Earth and Astrophysics, Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid, Spain., 2. Institute of Geosciences, IGEO, UCM-CSIC 28040, Madrid, Spain.

The thermocline is defined as the ocean layer for which the vertical thermal gradient is maximum. In the equatorial ocean, observations led to the use of the 20˚C isotherm depth (z20) as an estimate of the thermocline. This work compares z20 against the physical thermocline in the Equatorial Atlantic and Pacific Oceans, using SODA reanalysis and CMIP5 Pre-Industrial Control simulations. Our results show that in models z20 is systematically deeper and flatter than the thermocline and does not respond correctly to surface wind stress variations. It is also shown that the annual cycle of z20 is much weaker than that of the physical thermocline. This happens in both equatorial basins and indicates that z20 does not react to the same mechanisms as the thermocline. Possible consequences in the assessment of air-sea coupling in current GCMs and bias reduction strategies are also suggested, as well as possible effects in the representation of upwelling systems in the tropical region.

Keywords: CMIP5, defining thermocline, tropical atlantic, air-sea interactions

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Lagged Effects of North Atlantic SST Anomalies on Weather in Remote Areas

*Natalia Gnatiuk[1], Timo Vihma[2], Leonid Bobylev[1]

1. Nansen International Environmental and Remote Sensing Centre, 2. Finnish Meteorological Institute

Polar climate has experienced dramatic changes during observed global warming. These changes in turn have, as hypothesised, strong influences on the mid-latitude weather. Many proposed linkages focus on the effects of changes in sea ice, sea surface temperature or terrestrial snow pack on the air temperature in selected mid-latitude areas. Our hypothesis is that from the point of view of the atmosphere, it does not matter whether the thermal forcing from the surface originates from sea ice melt, terrestrial snow melt, or changes in SST. Most important is to quantify how the atmosphere responds to anomalies in surface temperature, and how the local/regional responses may affect weather patterns in remote areas. By analysing these responses systematically in global scale, we can identify the regions and seasons where/when the response is strongest. Comparing these regions/seasons to observed changes in sea ice, terrestrial snow, and open ocean SST, we will obtain information on the relative importance of forcing from these three factors. For this purpose, we studied the relationships between anomalies in the surface temperature (Ts) in the Northern Hemisphere (on grid 1.5°-1.5°) and 2-m air temperature (T2m) in selected 13 study regions in Europe, Greenland, and parts of Asia and North Africa for the period 1979-2018 based on the ERA-Interim reanalysis. Applying also detrended data, we eliminated spurious correlations resulting from similar trends in the two variables.

We detected significant correlations between the surface temperature over the Labrador Sea, Canadian archipelago and North Atlantic and 2-m air temperature in different study regions for inter-seasonal spring - summer (MAM-JJA) and autumn - winter (SON-DJF) relationships. Among the strongest correlations between the spring Ts and summer T2m were the positive correlations found between Ts in the North Atlantic and T2m in Scandinavia, Ts in the Labrador Sea and T2m in Northeast Europe, and Ts in Norther Sahara and T2m in Urals. As well, among the strongest correlations between the autumn Ts and winter T2m were the positive correlations found between Ts in the North Atlantic and the Labrador Sea and T2m in Scandinavia and Northwest Africa; and the negative correlations found between Ts in the Labrador Sea and the North Atlantic and T2m in Scandinavia, Northeast Europe, Urals, Black Sea region and Northcentral Asia.

In order to identify thermal forcing factors and to assess their relative importance, we analysed the multiyear averages and anomalies of sea-ice concentration, snow cover and surface heat fluxes. According to the results, in all identified cases, changes in SST mostly were an influencing factor.

Another big challenge was to understand the physical mechanisms responsible for the obtained statistical results. For this purpose, we analysed surface pressure, geopotential heights, wind components, air-mass trajectories, incoming solar radiation, cloud cover, and total precipitation for sub-sets of 10 coldest and 10 warmest seasons in the period 1979-2018. There is a detectable effect on anomalies in the atmospheric pressure field and wind components in these regions.

The research is granted by the “ERA.Net RUS Plus” Initiative, ID 166 and national RFBR project No. 18-55-76004; and partly by RSF grant №. 17-17-01151.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Sea surface temperature anomalies, Teleconnections, Mid-latitude weather, North Atlantic

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

SST anomalies in the northern tropical Atlantic as a negative feedback to ENSO development

*Ingo Richter[1], Hiroki Tokinaga[2], Yu Kosaka[3], Takeshi Doi[1]

1. JAMSTEC Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Kyoto University, 3. University of Tokyo

It has been known for some time that SST anomalies in the equatorial Pacific induce same-signed anomalies in the northern tropical Atlantic (NTA) through changes in the Atlantic trade winds. More recently, it has been suggested that the NTA, in turn, can influence the equatorial Pacific through changes in the surface zonal winds over the western part of the basin. The sign of these wind anomalies, however, would act to force equatorial Pacific SST anomalies that are opposite to those in the NTA. The present study takes a closer look at this apparent conundrum by conducting GCM experiments with prescribed SSTs for the period 1982-2014. In the control experiment, observed SSTs are prescribed globally, while in two sensitivity experiments SST anomalies are removed from either the tropical Atlantic or the tropical Pacific. For the control experiment, analysis suggests that NTA warming is accompanied by SST warming and westerly wind anomalies in the equatorial Pacific. When tropical Pacific SST anomalies are removed, on the other hand, NTA warming coincides with easterly anomalies. Moreover, when SST anomalies are removed from the tropical Atlantic, wind variability over the western equatorial Pacific is enhanced. These results suggest that SST anomalies in the NTA, which are strongly influenced by the tropical Pacific, act as a negative feedback to ENSO development. This interbasin link may be further complicated by other influences on the NTA, such as local air-sea coupling and the North Atlantic Oscillation.

Keywords: tropical Atlantic, ENSO, teleconnections

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-OS 海洋科学・海洋環境

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_8

[A-OS10] Atlantic climate variability, and its global impacts and predictability

コンビーナ:Ingo Richter(JAMSTEC Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)、時長 宏樹(九州大学応用力学研究所)、Noel S Keenlyside(Geophysical Institute Bergen)、Carlos R Mechoso(University of California Los Angeles)

The Atlantic Ocean is subject to pronounced climate variations that occur on a wide range of time scales, including interannual variability in the equatorial and subtropical regions, and Atlantic multi-decadal variability (AMV), which has been linked with the Atlantic meridional overturning circulation (AMOC). These are connected to other climate variations across the globe. The AMV, e.g., has long been known to have global impacts, such as changes in the Indian, Asian and South American summer monsoons, and changes in the Pacific associated with the "global hiatus". Interannual variability in the equatorial and subtropical Atlantic has also been shown to influence global climate, including over Asia, while the freshening of the North Atlantic by melting of the Greenland ice cap is expected to influence all ocean basins via atmospheric bridges. Likewise, misrepresentation of the Atlantic can have global ramifications in climate models. Misrepresentation of the AMOC, e.g., has been associated with model biases in the entire Northern Hemisphere.

This session seeks observational, modeling, and theoretical studies on the mechanisms that determine the Atlantic mean climate and variability, as well as the predictability and global impacts of such variability. We also seek studies that evaluate climate model performance in the region. Topics include atmosphere-ocean-cloud interactions in the tropical Atlantic and their remote impacts; relationships between tropical and mid/high latitude variability; air-sea interaction along the Gulf Stream and its influence on cyclones and storm track evolution; variability in the Benguela upwelling region; influence of Agulhas leakage on the South Atlantic; coupled climate models biases in the region and their impacts; AMOC and long-term climate change.

[AOS10-P01] The strengthening of Amazonian precipitation during the wet season driven by tropical sea surface temperature forcing

*Xinyue Wang[1]、Xichen Li[1]、Jiang Zhu[1]、Clemente A S Tanajura[2] (1.Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences、2.Institute of Physics, Federal University of Bahia, Salvador, Brazil)

[AOS10-P02] Linear inverse modeling of the tropical Atlantic

*Ingo Richter[1]、Ping Chang[2] (1.JAMSTEC Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、2.Texas A&M University)

[AOS10-P03] Relationships Among Inter-model Spread and Biases in Tropical Atlantic Sea Surface Temperatures

Elsa - Mohino Harris[1]、*Belen Rodriguez-Fonseca[1,2]、Teresa - Losada[1]、Irene - Polo[1]、Roberto - Mechoso[3] (1.Department of Physics of the Earth and Astrophysics, Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid, Spain. 、2.Institute of Geosciences IGEO,UCM-CSIC, 28040, Madrid, Spain.、3.Department of Atmospheric and Oceanic Sciences, UCLA, Los Angeles, USA)

[AOS10-P04] Revisiting the CMIP5 Thermocline in the Equatorial Pacific and Atlantic Oceans

Antonio - Castaño[1,2]、Elsa - Mohino[1]、*Belen Rodriguez-Fonseca[1,2]、Teresa - Losada[1] (1.Department of Physics of the Earth and Astrophysics, Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid, Spain.、2.Institute of Geosciences, IGEO, UCM-CSIC 28040, Madrid, Spain.)

[AOS10-P05] Lagged Effects of North Atlantic SST Anomalies on Weather in Remote Areas

*Natalia Gnatiuk[1]、Timo Vihma[2]、Leonid Bobylev[1] (1.Nansen International Environmental and Remote Sensing Centre、2.Finnish Meteorological Institute)

[AOS10-P06] SST anomalies in the northern tropical Atlantic as a negative feedback to ENSO development

*Ingo Richter[1]、Hiroki Tokinaga[2]、Yu Kosaka[3]、Takeshi Doi[1] (1.JAMSTEC Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、2.Kyoto University、3.University of Tokyo)

The strengthening of Amazonian precipitation during the wet season driven by tropical sea surface temperature forcing

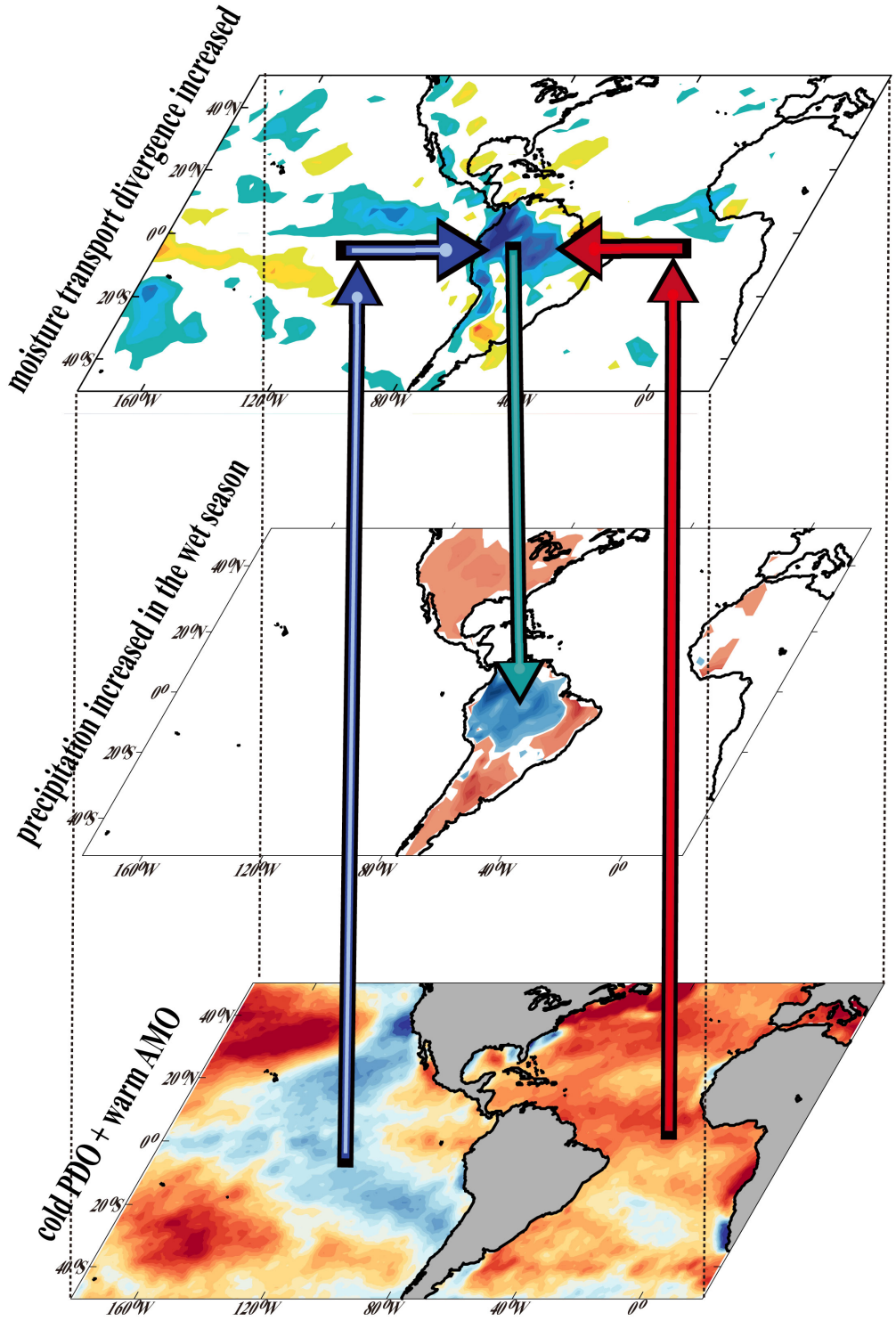
*Xinyue Wang[1], Xichen Li[1], Jiang Zhu[1], Clemente A S Tanajura[2]

1. Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, 2. Institute of Physics, Federal University of Bahia, Salvador, Brazil

Amazonian rainfall plays a critical role in the global climate system and the hydrological cycle. It is thus important to quantify changes in the Amazonian rainfall and clarify its mechanism. Previous studies indicate that the interannual variability of Amazonian precipitation could be largely attributed to variabilities in the South American monsoon system and the El Niño Southern Oscillation. However, the trend of the wet season tropical Amazonian precipitation during recent decades is not very well investigated. In this study, by combining both satellite and in situ observations, it is revealed that tropical Amazonian precipitation has significantly increased by~180 to 600 mm (in different datasets) in the wet season during the satellite era from 1979 to 2015. We then use a state-of-the-art atmospheric model to simulate the impact of the tropical sea surface temperatures (SSTs) on the precipitation changes. Results show that the multidecadal warming of the tropical Atlantic has contributed more than half of this precipitation change over the past three decades, while the east Pacific cooling plays a secondary role. We finally combine the simulation results and the reanalysis data to investigate the mechanisms of this process, i.e. the SST variability dramatically increases the convergence of the moisture transport over the Amazon region. The precipitation changes over the Amazon region largely impact on the local hydrological cycle and the ecosystem, and have important impacts on the global climate system by mediating the teleconnection between the Pacific and the Atlantic oceans. Our results show that the long-term change in the wet season Amazonian precipitation is important and deserves further investigation and discussion.

Keywords: convective precipitation, Amazon, tropical Atlantic, moisture convergence

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Linear inverse modeling of the tropical Atlantic

*Ingo Richter[1], Ping Chang[2]

1. JAMSTEC Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Texas A&M University

The tropical Atlantic features variability at interannual and decadal time scales that is known to have a strong influence on the surrounding continents and possibly other ocean basins. Current prediction systems, however, struggle to skillfully predict sea-surface temperature (SST), let alone its impact on rainfall over the adjacent continents. It is often assumed that this poor prediction skill is due to the severe SST biases and misrepresented variability patterns that most models feature in the region but this has recently been called into question.

In the present study, we construct a simple statistical model of the tropical Atlantic to 1) investigate the influence of model biases on prediction skill, and 2) establish a benchmark to evaluate dynamical model against. Using 35 fully coupled ocean-atmosphere GCMs from the pre-industrial control experiment (piControl) of the Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5) we construct a linear inverse model (LIM) for each GCM based on tropical SSTs only. The LIM thus constructed is then used to predict SSTs for the period 2000-2017 from the NCEP/NCAR reanalysis. These predictions are compared to those from a LIM constructed using the NCEP/NCAR reference for the period 1948-1999 as training data. Since each of the model LIMs is constructed from more or less unrealistic variability patterns one would expect to see a clear impact on prediction skill.

The results, however, indicate that prediction skill in the tropical Atlantic is relatively insensitive to the tropical variability patterns of each model. Only some cases see a marked deterioration of prediction skill relative to the reference model. The LIM performs well in the subtropical north and south Atlantic. In the equatorial Atlantic, on the other hand, skill is rather poor at 3 months lead time, though clearly above persistence. Our analysis suggests that in many CMIP5 models misrepresentation of variability should not be a major stumbling block toward skillful prediction. This indicates that the current lack of prediction skill in the region is due to other factors, such as model initialization or inherent predictability limits due to noise.
Comparing several dynamical hindcast experiments with the LIM constructed from observations, we find that the LIM generally has superior prediction skill over most parts of the tropical Atlantic.

Keywords: linear inverse modeling, tropical Atlantic, seasonal prediction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Relationships Among Inter-model Spread and Biases in Tropical Atlantic Sea Surface Temperatures

Elsa - Mohino Harris[1], *Belen Rodriguez-Fonseca[1,2], Teresa - Losada[1], Irene - Polo[1], Roberto - Mechoso[3]

1. Department of Physics of the Earth and Astrophysics, Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid, Spain. , 2. Institute of Geosciences IGEO,UCM-CSIC, 28040, Madrid, Spain., 3. Department of Atmospheric and Oceanic Sciences, UCLA, Los Angeles, USA

State-of-the-art general circulation models show important systematic errors in their simulation of sea surface temperatures (SST), especially in the Tropical Atlantic. In this work the spread in the simulation of climatological SST in the Tropical Atlantic by 24 CMIP5 models is examined, and its relationship with the mean systematic biases in the region is explored. The modes of inter-model variability are estimated by applying Principal Component (PC) analysis to the SSTs in the region 70ºW-20ºE, 20ºS-20ºN. The inter-model variability is approximately explained by the first three modes. The first mode is related to warmer SSTs in the basin, shows worldwide connections with same-signed loads over most of the tropics and is connected with lower low cloud cover over the eastern parts of the subtropical oceans. The second mode is restricted to the Atlantic, where it shows negative and positive loads to the north and south of the equator, respectively, and is connected to a too weak Atlantic Meridional Overturning Circulation (AMOC). The third mode is related to the double Intertropical Convergence Zone bias in the Pacific and to an interhemispheric asymmetry in the net radiation at the top of the atmosphere. According to the results, the most important of these contributors for SST biases spread in the Tropical Atlantic is the second mode, with models having stronger biases simulating weaker AMOCs.

Keywords: GCM bias, CMIP5, tropical Atlantic, intermodel spread

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Revisiting the CMIP5 Thermocline in the Equatorial Pacific and Atlantic Oceans

Antonio - Castaño[1,2], Elsa - Mohino[1], *Belen Rodriguez-Fonseca[1,2], Teresa - Losada[1]

1. Department of Physics of the Earth and Astrophysics, Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid, Spain., 2. Institute of Geosciences, IGEO, UCM-CSIC 28040, Madrid, Spain.

The thermocline is defined as the ocean layer for which the vertical thermal gradient is maximum. In the equatorial ocean, observations led to the use of the 20˚C isotherm depth (z20) as an estimate of the thermocline. This work compares z20 against the physical thermocline in the Equatorial Atlantic and Pacific Oceans, using SODA reanalysis and CMIP5 Pre-Industrial Control simulations. Our results show that in models z20 is systematically deeper and flatter than the thermocline and does not respond correctly to surface wind stress variations. It is also shown that the annual cycle of z20 is much weaker than that of the physical thermocline. This happens in both equatorial basins and indicates that z20 does not react to the same mechanisms as the thermocline. Possible consequences in the assessment of air-sea coupling in current GCMs and bias reduction strategies are also suggested, as well as possible effects in the representation of upwelling systems in the tropical region.

Keywords: CMIP5, defining thermocline, tropical atlantic, air-sea interactions

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Lagged Effects of North Atlantic SST Anomalies on Weather in Remote Areas

*Natalia Gnatiuk[1], Timo Vihma[2], Leonid Bobylev[1]

1. Nansen International Environmental and Remote Sensing Centre, 2. Finnish Meteorological Institute

Polar climate has experienced dramatic changes during observed global warming. These changes in turn have, as hypothesised, strong influences on the mid-latitude weather. Many proposed linkages focus on the effects of changes in sea ice, sea surface temperature or terrestrial snow pack on the air temperature in selected mid-latitude areas. Our hypothesis is that from the point of view of the atmosphere, it does not matter whether the thermal forcing from the surface originates from sea ice melt, terrestrial snow melt, or changes in SST. Most important is to quantify how the atmosphere responds to anomalies in surface temperature, and how the local/regional responses may affect weather patterns in remote areas. By analysing these responses systematically in global scale, we can identify the regions and seasons where/when the response is strongest. Comparing these regions/seasons to observed changes in sea ice, terrestrial snow, and open ocean SST, we will obtain information on the relative importance of forcing from these three factors. For this purpose, we studied the relationships between anomalies in the surface temperature (Ts) in the Northern Hemisphere (on grid 1.5°-1.5°) and 2-m air temperature (T2m) in selected 13 study regions in Europe, Greenland, and parts of Asia and North Africa for the period 1979-2018 based on the ERA-Interim reanalysis. Applying also detrended data, we eliminated spurious correlations resulting from similar trends in the two variables.

We detected significant correlations between the surface temperature over the Labrador Sea, Canadian archipelago and North Atlantic and 2-m air temperature in different study regions for inter-seasonal spring - summer (MAM-JJA) and autumn - winter (SON-DJF) relationships. Among the strongest correlations between the spring Ts and summer T2m were the positive correlations found between Ts in the North Atlantic and T2m in Scandinavia, Ts in the Labrador Sea and T2m in Northeast Europe, and Ts in Norther Sahara and T2m in Urals. As well, among the strongest correlations between the autumn Ts and winter T2m were the positive correlations found between Ts in the North Atlantic and the Labrador Sea and T2m in Scandinavia and Northwest Africa; and the negative correlations found between Ts in the Labrador Sea and the North Atlantic and T2m in Scandinavia, Northeast Europe, Urals, Black Sea region and Northcentral Asia.

In order to identify thermal forcing factors and to assess their relative importance, we analysed the multiyear averages and anomalies of sea-ice concentration, snow cover and surface heat fluxes. According to the results, in all identified cases, changes in SST mostly were an influencing factor.

Another big challenge was to understand the physical mechanisms responsible for the obtained statistical results. For this purpose, we analysed surface pressure, geopotential heights, wind components, air-mass trajectories, incoming solar radiation, cloud cover, and total precipitation for sub-sets of 10 coldest and 10 warmest seasons in the period 1979-2018. There is a detectable effect on anomalies in the atmospheric pressure field and wind components in these regions.

The research is granted by the “ERA.Net RUS Plus” Initiative, ID 166 and national RFBR project No. 18-55-76004; and partly by RSF grant №. 17-17-01151.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Sea surface temperature anomalies, Teleconnections, Mid-latitude weather, North Atlantic

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

SST anomalies in the northern tropical Atlantic as a negative feedback to ENSO development

*Ingo Richter[1], Hiroki Tokinaga[2], Yu Kosaka[3], Takeshi Doi[1]

1. JAMSTEC Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Kyoto University, 3. University of Tokyo

It has been known for some time that SST anomalies in the equatorial Pacific induce same-signed anomalies in the northern tropical Atlantic (NTA) through changes in the Atlantic trade winds. More recently, it has been suggested that the NTA, in turn, can influence the equatorial Pacific through changes in the surface zonal winds over the western part of the basin. The sign of these wind anomalies, however, would act to force equatorial Pacific SST anomalies that are opposite to those in the NTA. The present study takes a closer look at this apparent conundrum by conducting GCM experiments with prescribed SSTs for the period 1982-2014. In the control experiment, observed SSTs are prescribed globally, while in two sensitivity experiments SST anomalies are removed from either the tropical Atlantic or the tropical Pacific. For the control experiment, analysis suggests that NTA warming is accompanied by SST warming and westerly wind anomalies in the equatorial Pacific. When tropical Pacific SST anomalies are removed, on the other hand, NTA warming coincides with easterly anomalies. Moreover, when SST anomalies are removed from the tropical Atlantic, wind variability over the western equatorial Pacific is enhanced. These results suggest that SST anomalies in the NTA, which are strongly influenced by the tropical Pacific, act as a negative feedback to ENSO development. This interbasin link may be further complicated by other influences on the NTA, such as local air-sea coupling and the North Atlantic Oscillation.

Keywords: tropical Atlantic, ENSO, teleconnections

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-HW 水文・陸水・地下水学・水環境

2019年5月30日(木) 9:00 ~ 10:30 | 201B 2F

[A-HW22] 流域の物質輸送と栄養塩循環ー源流域から沿岸海域までー

コンビーナ:小林 政広(国立研究開発法人森林研究・整備機構　森林総合研究所)、吉川 省子(農業・食品産業技術総合研究機構　農業環境変動研究センター)、安元 純(琉球大学　農学部　地域農業工学科)、Adina Paytan(University of California Santa Cruz)、座長:Adina Paytan(University of California, Santa Cruz)

本セッションでは，源流部から沿岸海域を含む流域における物質輸送および栄養塩循環について，幅広い研究分野（陸水学，水文学，地下水学，沿岸海洋学，気象学，土壌学，堆積学，林学，農学，水産学，生態学，社会科学など）からの話題提供を踏まえて，持続可能な流域環境に関する分野横断的な議論を行うことを目的としている．特に，人間活動や気候変動の影響下における複雑で動的な水系における自然現象やその時間変化に主眼をおいた物理，化学，生物学的メカニズムを明瞭にするために，トレーサー技術，分子レベルの技術，水理モデル，古生物学的手法，屋内やフィールドでの試験，生態系サービスや社会ー生態学システムについての社会科学的評価など，流域科学のための新しい手法に基づく研究発表を歓迎する．このセッションを通して，新しい流域科学を創造するために，分野を超えた参加者相互の議論と協力体制作りを目指したい．

9:00 ~ 9:15

[AHW22-06] 沿岸食物網における底生無脊椎動物群集の多様性と統合栄養位置（*i*TP）の関係：「栄養位置の多様性仮説」の検証

*奥田 昇[1]、苅部 甚一[2]、酒井 陽一郎[3]、武山 智博[4]、陀安 一郎[1]、由水 千景[1]、永田 俊[5] (1.総合地球環境学研究所、2.近畿大学、3.琵琶湖環境科学研究センター、4.岡山理科大学、5.東京大学)

9:15 ~ 9:30

[AHW22-07] The analysis of the community composition of riverine bacteria and microalgae in relation to nutrient status and diversity: the case in irrigation season in the Yasu River, Japan

*池谷 透[1]、石田 卓也[1]、上原 佳敏[1]、淺野 悟史[2]、陀安 一郎[1]、奥田 昇[1]、潮 雅之[3,4,5]、藤永 承平[4]、Chia-Ying Ko[6]、Elfritzson Peralta[7]、石川 尚人[8]、岩田 智也[9] (1.総合地球環境学研究所、2.滋賀県琵琶湖環境科学研究センター、3.京都大学白眉センター、4.京都大学生態学研究センター、5.さきがけ 科学技術振興機構、6.National Taiwan University、7.University of Santo Tomas、8.海洋研究開発機構生物地球化学研究分野、9.山梨大学生命環境学部)

9:30 ~ 9:45

[AHW22-08] **Multiple stressors and protection efforts in highly urbanized watersheds in the Philippines**

*Elfritzson M. Peralta[1,3]、Leocris S. Batucan Jr.[4,6]、Alexis E. Belen[2,3]、Irisse Bianca B. De Jesus[1,3]、Takuya Ishida[5]、Chia-Ying Ko[7]、Yuki Kobayashi[5]、Tohru Ikeya[5]、Yoshitoshi Uehara[5]、Tomoya Iwata[8]、Adelina S. Borja[9]、Jonathan Carlo A. Briones[1,2,3]、Francis S. Magbanua[4]、Rey Donne S. Papa[1,2,3]、Noboru Okuda[5] (1.Research Center for the Natural and Applied Sciences, University of Santo Tomas, PH、2.Department of Biological Sciences, University of Santo Tomas, PH、3.The Graduate School, University of Santo Tomas, PH、4.Institute of Biology, University of the Philippines Diliman, PH、5.Research Institute for Humanity and Nature, JP、6.Academia Sinica and Department of Life Science, National Taiwan Normal University, TW、7.Institute of Fisheries Science and Department of Life Science, National Taiwan University, TW、8.Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Yamanashi, JP、9.Resource Management and Development Department, Laguna Lake Development Authority, PH)

9:45 ~ 10:00

[AHW22-09] ベトナム中部の野菜畑における浅層地下水のアンモニア態窒素汚染

★招待講演

*前田 守弘[1]、藤村 拓也[1]、Hoang Ngoc Tuong Van [2]、井上 大介[3]、近森 秀高[1]、兵藤 不二夫[1] (1.岡山大学、2.フエ大学、3.大阪大学)

10:00 ~ 10:15

[AHW22-10] Modelling nutrient and organic waste behaviour in a tropical wetland in Singapore under projected anthropogenic scenarios

*Swee Yang Edmund Low[1]、Dong Eon Kim[1]、Canh Tien Trinh Nguyen[1]、Yixiong Cai、Shie-Yui Liong[1] (1.National University of Singapore)

10:15 ~ 10:30

[AHW22-11] **Benthic macroinvertebrate assemblages and water quality reflect the impacts of land use and land cover in Marikina Watershed, Philippines**

*Julie - An N. Gregorio[1,2]、Elfritzson M. Peralta[3,5]、Irisse Bianca B. de Jesus[3,5]、Tohru Ikeya[6]、Jonathan Carlo A. Briones[3,4,5]、Rey Donne S. Papa[3,4,5]、Francis S. Magbanua[1]、Noboru Okuda[6] (1.Institute of Biology, University of the Philippines, Diliman, Quezon City, 1101 Philippines、2.Institute of Environmental Science and Meteorology, University of the Philippines, Diliman, Quezon City 1101 Philippines、3.Research Center for the Natural and Applied Sciences, University of Santo Tomas, España Boulevard, Manila, 1015, Philippines、4.Department of Biological Sciences, University of Santo Tomas, España Boulevard, Manila, 1015, Philippines、5.The Graduate School, University of Santo Tomas, España Boulevard, Manila, 1015, Philippines、6.Research Institute for Humanity and Nature, 457-4 Motoyama, Kamigamo, Kyoto, 603-8047, Japan)

沿岸食物網における底生無脊椎動物群集の多様性と統合栄養位置（*i*TP）の関係：「栄養位置の多様性仮説」の検証

Biodiversity increases integrated trophic position of macroinvertebrate communities in coastal food webs: testing the vertical diversity hypothesis

*奥田 昇[1]、苅部 甚一[2]、酒井 陽一郎[3]、武山 智博[4]、陀安 一郎[1]、由水 千景[1]、永田 俊[5]
*Noboru Okuda[1], Jin'ichi Karube[2], Yoichiro Sakai[3], Tomohiro Takeyama[4], Ichiro Tayasu[1], Chikage Yoshimizu[1], Toshi Nagata[5]

1. 総合地球環境学研究所、2. 近畿大学、3. 琵琶湖環境科学研究センター、4. 岡山理科大学、5. 東京大学
1. Research Institute for Humanity and Nature, 2. Kindai University, 3. Lake Biwa Environmental Research Institute, 4. Okayama University of Science, 5. University of Tokyo

Introduction

Study on relationships between biodiversity and ecosystem functioning (BEF) has attracted social as well as ecological interests because the biodiversity can affect ecosystem processes, especially productivity, which determines provisioning service for humanity. Because of difficulty in accurate measurement of the productivity, however, biomass has been traditionally used as its proxy to assess the BEF. Positive correlations between biodiversity and biomass-based productivity indices have been reported for many plants both in terrestrial and aquatic ecosystems. Such correlations are also true for consumers in terrestrial systems. In aquatic ecosystems, in contrast, the biomass-based BEF relationships are inconsistent among consumer communities: some are positive or convex and others non-significant (Waide et al. 1999).

Such an inconsistency can be explained by vertical diversity, i.e., diversity of trophic positions. In systems with multitrophic interactions, in theory, consumer biomass exponentially decreases with the increasing trophic position, while underlying more primary products. The use of the consumer biomass as a proxy of its productivity is, therefore, inappropriate to view the BEF relationships in complex multitrophic systems, as in the case of aquatic food webs. Considering the multitrophic and multifunctional nature of real food webs, Wang & Brose (2018) recently have constructed a theoretical model to test vertical diversity hypothesis (VDH), predicting that functional diversity across the TPs can enhance trophic biomass flows from basal resources to top predators.

In the multitrophic and multifunctional systems, one of better ways for full-understanding of the BEF is to estimate trophic biomass flows, using carbon ($\delta^{13}C$) and nitrogen ($\delta^{15}N$) stable isotope analysis, which is a powerful tool for the food web analysis. Taking advantage of this analysis, Ishikawa et al. (2017) have proposed a novel index of food web properties, integrated trophic position (hereafter, *i*TP), defined as the summed TPs of all taxa in a focal food web weighed by the relative biomass of each taxon. The *i*TP can provide appropriate estimate for ecosystem functioning of vertical diversity because it indicates how many times consumer biomass experiences metabolic turnover as a whole of community within its food web. Here we test how the biodiversity can affect *i*TP for benthic macroinvertebrates in coastal waters of Lake Biwa, focusing on within-lake variation in coastal environments which can alter their local communities and thus food web properties.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Materials & Methods

We collected benthic macroinvertebrates and their basal food sources from 33 shallow coastal waters of Lake Biwa. For each sampling site, the macroinvertebrates were sorted, identified and counted to calculate Shannon-Wiener diversity index (H'). For each taxon at each site, its dry mass was measured to calculate its biomass per unit area. Individual taxa and their basal foods at each site were provided for $\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$ stable isotope analysis. After this analysis, we calculated *i*TP, according to Ishikawa et al. (2017).

Results & Discussion

A total of 27 benthic macroinvertebrate taxa were found in coastal waters of Lake Biwa. In the coastal communities, oligochaetes and chironomids are the most dominant taxa in numerical abundance, while gazing snails and a suspension-feeding bivalve were the most dominant in biomass abundance. Most taxa of grazers and deposit feeders located around TP=2, while carnivorous leeches and a freshwater prawn had the highest TP, regarded as top predators of macroinvertebrate communities.
The community biomass tended to increase significantly but weakly with macroinvertebrate diversity H'. By contrast, *i*TP of coastal macroinvertebrate communities markedly increased when they have the higher H' (Fig. 1). The within-lake variation in their *i*TPs was better accounted for not only by the relative biomass abundance of top predators with highest TPs and lower numerical abundance but also by that of deposit feeders with lower TP and highest numerical abundance: the former can increase the relative contribution of predator TPs to the *i*TP, while the latter can have negative effects not only on the *i*TP but also on H' because of its numerical abundance. This is possible explanation for such a correlational pattern of BEF found in the coastal macroinvertebrate communities, empirically supporting the VDH. Our study demonstrated that the *i*TP rather than the consumer community biomass can be a promising indicator for BEF related to vertical diversity in aquatic food webs with multitrophic interactions.

キーワード：生物多様性－生態系機能、食物網、統合栄養位置、琵琶湖、安定同位体分析、栄養段階の多様性
Keywords: Biodiversity-Ecosystem functioning, Food web, Integrated trophic position, Lake Biwa, Stable isotope analysis, Vertical diversity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

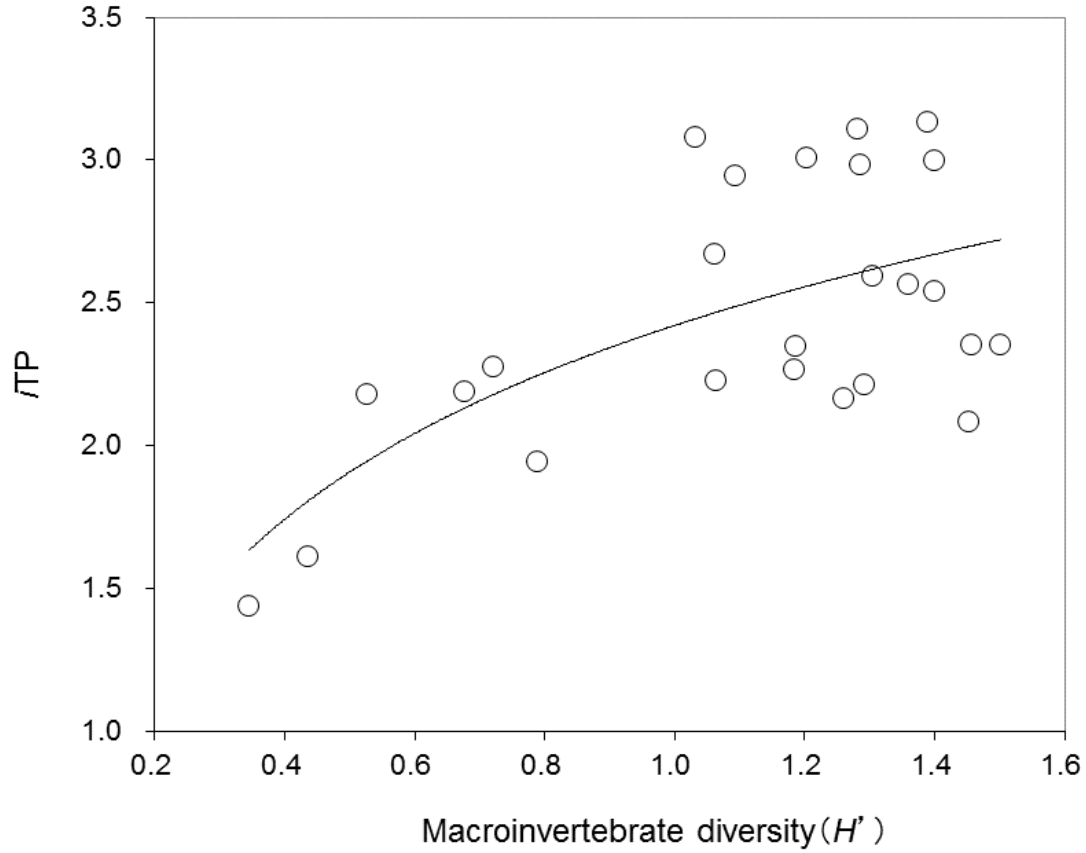


Fig. 1 A positive correlation between diversity (H') and integrate trophic position (iTP) for benthic macroinvertebrate communities in coastal waters of Lake Biwa.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The analysis of the community composition of riverine bacteria and microalgae in relation to nutrient status and diversity: the case in irrigation season in the Yasu River, Japan

The analysis of the community composition of riverine bacteria and microalgae in relation to nutrient status and diversity: the case in irrigation season in the Yasu River, Japan

*池谷 透[1]、石田 卓也[1]、上原 佳敏[1]、淺野 悟史[2]、陀安 一郎[1]、奥田 昇[1]、潮 雅之[3,4,5]、藤永 承平[4]、Chia-Ying Ko[6]、Elfritzson Peralta[7]、石川 尚人[8]、岩田 智也[9]
*Tohru Ikeya[1], Takuya Ishida[1], Yoshitoshi Uehara[1], Satoshi Asano[2], Ichiro Tayasu[1], Noboru Okuda[1], Masayuki Ushio[3,4,5], Shohei Fujinaga[4], Chia-Ying Ko[6], Elfritzson Martin Peralta[7], Naoto F. Ishikawa[8], Tomoya Iwata[9]

1. 総合地球環境学研究所、2. 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター、3. 京都大学白眉センター、4. 京都大学生態学研究センター、5. さきがけ 科学技術振興機構、6. National Taiwan University、7. University of Santo Tomas、8. 海洋研究開発機構生物地球化学研究分野、9. 山梨大学生命環境学部
1. Research Institute for Humanity and Nature, 2. Lake Biwa Environmental Research Institute, 3. Hakubi Center, Kyoto University, 4. Center for Ecological Research, Kyoto University, 5. PRESTO, Japan Science and Technology Agency, 6. National Taiwan University, 7. University of Santo Tomas, 8. Department of Biogeochemistry, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 9. Faculty of Life and Environmental Sciences, Yamanashi University

The previous our analysis based on the community composition of microalgae and bacteria have shown that; 1) the beta diversity distances of algae and bacteria were significantly different between the four categories of land use in the Yasu River, 2) the ordinations of the sampling sites by the riverine microbial composition can be regressed by the environmental gradients between the sites in the watershed, 3) the diversity indices of bacteria increased with diversity index of algae. The further analyses of elemental composition of epilithic matter, most of which may be constituted from algae and bacteria, were made in order the assess the internal nutrient status of the epilithon. Both phosphorus amount per unit area and chlorophyll per carbon showed a significant positive correlation with phosphorus per carbon ($P < 10^{-8}$). Such ordination may help to realize whether phosphorus availability is limited to sustain the biofilm abundance or microbial activities so as to consider the possible impact of land use on the community composition and diversity of algae and bacteria. The richness of algae decreased with the decline of phosphorus per carbon of epilithic matter whereas that of bacteria was bifurcated. So, the richness and the Shannon diversity index (H') of algae showed a significant positive relationship with the phosphorus per carbon (possible index of phosphorus availability) ($P < 10^{-4}$), whereas those of bacteria showed insignificant relationship ($P > 0.2$). Most of low bacteria richness sites at low phosphorus per carbon corresponded to those where chlorophyll abundance per unit area is relatively high in spite of low phosphorus availability.

キーワード：バクテリア、微細藻類、16S、次世代シーケンサー、リン
Keywords: bacteria, microalgae, 16S, MiSeq, phosphorus

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Multiple stressors and protection efforts in highly urbanized watersheds in the Philippines

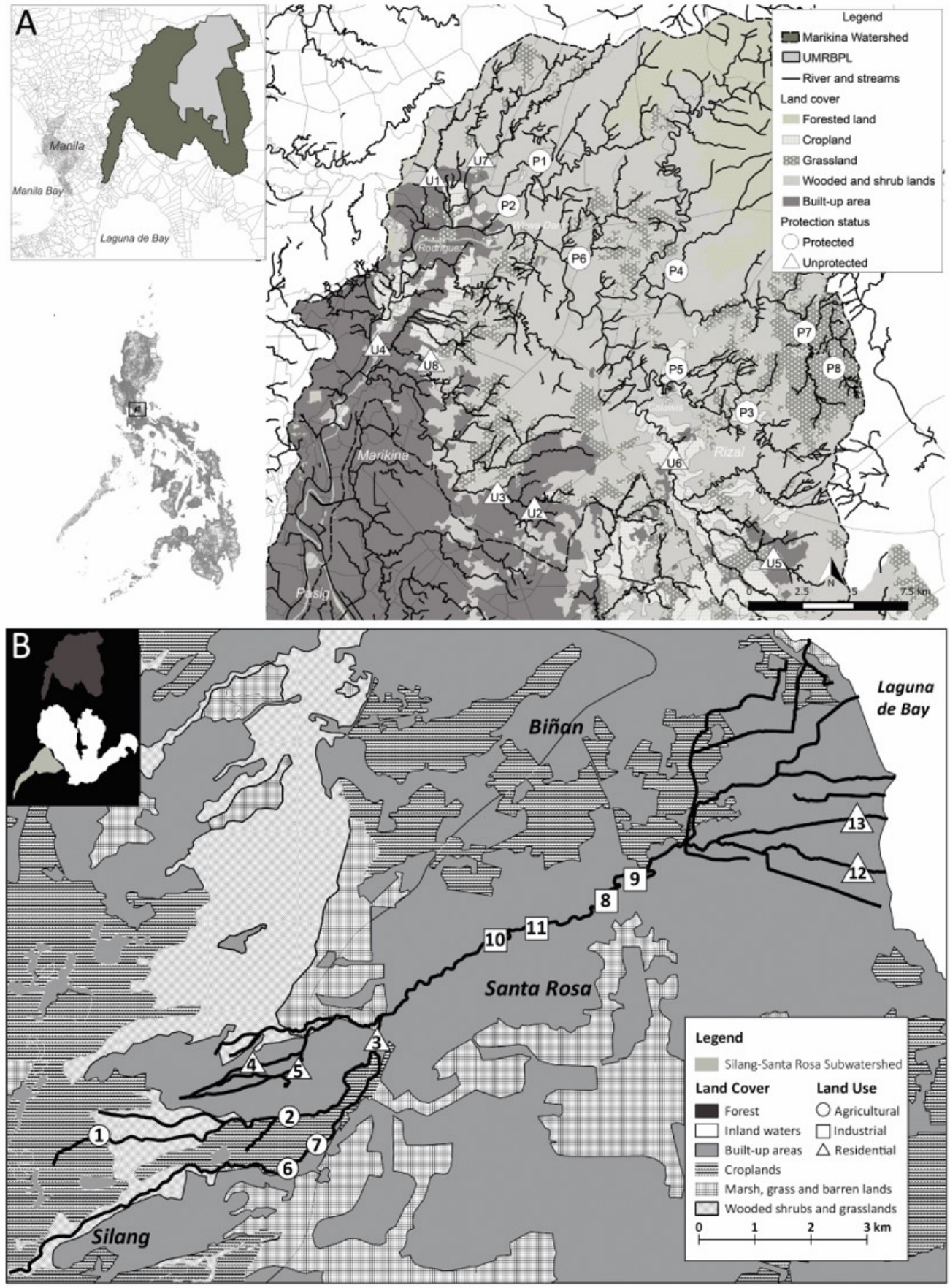
*Elfritzson M. Peralta[1,3], Leocris S. Batucan Jr.[4,6], Alexis E. Belen[2,3], Irisse Bianca B. De Jesus[1,3], Takuya Ishida[5], Chia-Ying Ko[7], Yuki Kobayashi[5], Tohru Ikeya[5], Yoshitoshi Uehara[5], Tomoya Iwata[8], Adelina S. Borja[9], Jonathan Carlo A. Briones[1,2,3], Francis S. Magbanua[4], Rey Donne S. Papa[1,2,3], Noboru Okuda[5]

1. Research Center for the Natural and Applied Sciences, University of Santo Tomas, PH, 2. Department of Biological Sciences, University of Santo Tomas, PH, 3. The Graduate School, University of Santo Tomas, PH, 4. Institute of Biology, University of the Philippines Diliman, PH, 5. Research Institute for Humanity and Nature, JP, 6. Academia Sinica and Department of Life Science, National Taiwan Normal University, TW, 7. Institute of Fisheries Science and Department of Life Science, National Taiwan University, TW, 8. Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Yamanashi, JP, 9. Resource Management and Development Department, Laguna Lake Development Authority, PH

Among developing countries in the tropics, urban stream syndrome is primarily driven by multiple environmental stressors, such as nutrient pollution and habitat degradation, due to social-economic developments in the catchment. To aid in environmental mitigation, improved conservation effort was recently set based on the Convention of Biological Diversity Aichi Target 11 that underscores global expansion of protected areas in terrestrial and aquatic environments. As such, this study aims to disentangle the overlaying effects of nutrient pollution and deforestation on benthic macroinvertebrate communities and assess the recent protection efforts in the watersheds of Laguna de Bay, Philippines. Study sites in Silang-Santa Rosa Subwatershed (13) and Marikina Watershed (16) were sampled for benthic macroinvertebrates and surveyed for environmental factors such as land cover and land use patterns, human population density (HPD), and stream physicochemistry including nutrient concentrations. Multivariate and multiple regression analyses on macroinvertebrate assemblages and environmental variables efficiently delineated sites according to degree of human impacts in Silang-Santa Rosa Subwatershed and the status of protection in Marikina Watershed. Canopy openness, HPD, conductivity, dissolved oxygen, and nutrients (total phosphorus, nitrates, ammonia) appeared to be the most important variables in predicting assemblages of benthic macroinvertebrates. This study effectively demonstrated how Silang-Santa Rosa Subwatershed’ s HPD and canopy openness, as proxies for human activities and deforestation, respectively, impact stream environments and the benthic communities. Furthermore, the recent establishment of Upper Marikina River Basin Protected Landscape inside Marikina Watershed was successfully used to show how freshwater protected areas are effective in combatting stream habitat destruction and biodiversity loss. Our findings timely show the crucial role of freshwater protected areas in conserving stream ecosystems from the effects of unsustainable urbanization in a developing country like the Philippines.

Keywords: Human population density, Deforestation, Freshwater protected area, Aichi Target 11, Biodiversity loss

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ベトナム中部の野菜畑における浅層地下水のアンモニア態窒素汚染
Ammonium contamination of shallow groundwater beneath vegetable fields in Central Vietnam

*前田 守弘[1]、藤村 拓也[1]、Hoang Ngoc Tuong Van [2]、井上 大介[3]、近森 秀高[1]、兵藤 不二夫[1]
*Maeda Morihiro[1], Takuya Fujimura[1], Van Ngoc Tuong Hoang[2], Daisuke Inoue[3], Hidetaka Chikamori[1], Fujio Hyodo[1]

1. 岡山大学、2. フエ大学、3. 大阪大学
1. Okayama University, 2. Hue University, 3. Osaka University

Nitrogen contamination in shallow groundwater occurs in a coastal area in Central Vietnam. In agricultural fields close to the residential area, high concentrations of NH_4^+ and NO_3^- in groundwater was attributed to unintended inflow of livestock wastes and/or domestic wastewater. On the other hand, NH_4^+ concentration reaches to several milligrams N per liter even in vegetable fields away from the residential area. The objective of this study was to determine NH_4^+ contamination mechanisms of the shallow groundwater without domestic wastewater inflow. In this study, we tested three hypotheses: (i) NH_4^+ derived from fertilizer or manure applied to the fields was transported to groundwater thorough soil, (ii) nitrate (NO_3^-) produced as a result of nitrification in topsoil was transferred to deep soil and again transformed to NH_4^+, or (iii) nitrogen mineralization occurred in deep soil. Soil samples were collected up to 240 cm from a vegetable production field in Quang Thang Commune, Central Vietnam in June (dry season) and November (rainy season) of 2016 and 2017. The groundwater table existed at 57 or 67 cm in June and 33 cm from the soil surface in November. Concentrations of NH_4^+ in PVC pipe wells fluctuated between 1 and 3 mg N L^{-1} in accordance with the detection of soil NH_4^+ content (5-20 mg kg^{-1}) in the 150-240 cm layer. On the other hand, soil NH_4^+ was not detected in the 30-80 cm layer whereas it was 2-6 mg kg^{-1} in the 0-10 cm layers, indicating that NH_4^+ was not transferred to layers deeper than 30 cm. The absence of a functional gene of dissimilatory nitrate reduction to NH_4^+ (DNRA) in the 150-240 cm soil layer shows that DNRA did not occur in this deep layer. Natural abundance values of ^{15}N ($\delta^{15}N$) for soil NH_4^+ (+3.6 to 5.5‰) were similar to those in soil total N (+1.9 to 3.6‰) in the 150-240 cm layer. In addition, anaerobically incubated soil from the 140-160 cm layer was mineralized by 1-2 mg NH_4^+-N kg^{-1} for 8 weeks. These experimental results suggest that the high concentration of NH_4^+ found in wells was originated from mineralization of deep soil.

キーワード：アンモニア態窒素、異化型硝酸還元アンモニウム、窒素無機化
Keywords: ammonium , dissimilatory nitrate reduction to ammonium, nitrogen mineralization

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Modelling nutrient and organic waste behaviour in a tropical wetland in Singapore under projected anthropogenic scenarios

*Swee Yang Edmund Low[1], Dong Eon Kim[1], Canh Tien Trinh Nguyen[1], Yixiong Cai, Shie-Yui Liong[1]

1. National University of Singapore

Nee Soon swamp forest is one of the last vestiges of tropical wetland in Singapore, and is important both as a site for ecological preservation, as well as a source of water for potable treatment. Understanding the hydrological regime of the swamp forest and implications for water quality is critical to guide stakeholders in implementing effective measures to preserve the wetland against anthropogenic impacts. In particular, although current field measurement data do not indicate a concern with organic or nutrient pollution, reviewing the ways in which the wetland responds to elevated waste discharges can help identify potential hotspots, and the impact on the outflow from the catchment which drains into downstream controlled watercourses. An integrated water quality model is therefore developed in this study to investigate spatial and temporal concentrations of DO levels, organic pollution (as quantified by biochemical oxygen demand, BOD), and nutrient pollution (NH3-N and NO3-N) within the catchment’s river network under projected scenarios of upstream wastewater inflow. The model was developed using MIKE HYDRO for modelling the study domain, as well as the MIKE ECO Lab numerical laboratory for characterising water quality processes. Model parameters are calibrated against time series of observed discharges and dissolved oxygen levels at measurement stations along the river network. The calibrated model was then applied to study downstream impact due to elevated BOD and ammonia from upstream wastewater discharge. Over a simulation period of April 2014 to December 2015, the model predicted that a spiked inflow of 400 mg/l BOD and 30 mg/l NH3-N upstream will elevate downstream concentrations at the catchment outlet to an average of 13 mg/l BOD, and 0.7 mg/l nitrogen (NH3-N, NO3-N), from a baseline of 0.4 mg/l BOD, 0.03 mg/l NH3-N, and 0.07 mg/l NO3-N. Levels of DO were decreased from an initial 5.4 mg/l to 3.6 mg/l. Though a scenario of spiked pollutant influx at the swamp forest’s undeveloped upstream sub-catchments is currently unlikely to occur, the outcomes nevertheless will be beneficial for future planning studies in understanding how the water quality of the catchment will be impacted should urban redevelopment works be considered around the swamp forest.

Keywords: Wetland, Organic waste impact, Nutrient impact, Water quality, Modeling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Benthic macroinvertebrate assemblages and water quality reflect the impacts of land use and land cover in Marikina Watershed, Philippines

*Julie - An N. Gregorio[1,2], Elfritzson M. Peralta[3,5], Irisse Bianca B. de Jesus[3,5], Tohru Ikeya[6], Jonathan Carlo A. Briones[3,4,5], Rey Donne S. Papa[3,4,5], Francis S. Magbanua[1], Noboru Okuda[6]

1. Institute of Biology, University of the Philippines, Diliman, Quezon City, 1101 Philippines, 2. Institute of Environmental Science and Meteorology, University of the Philippines, Diliman, Quezon City 1101 Philippines, 3. Research Center for the Natural and Applied Sciences, University of Santo Tomas, España Boulevard, Manila, 1015, Philippines, 4. Department of Biological Sciences, University of Santo Tomas, España Boulevard, Manila, 1015, Philippines, 5. The Graduate School, University of Santo Tomas, España Boulevard, Manila, 1015, Philippines, 6. Research Institute for Humanity and Nature, 457-4 Motoyama, Kamigamo, Kyoto, 603-8047, Japan

Watershed systems provide various ecological services such as good water quality, regulate water flow, maintain water balance and biodiversity conservation. However, human disturbances greatly affect the water quality and composition of biotic communities. Although anthropogenic changes in freshwater systems were truly evident, studies focusing on the human impacts on tropical watersheds are still limited in developing countries. Thus, this study aims to investigate the response of freshwater macroinvertebrates to varying land use patterns and land cover characteristics in Marikina Watershed, Philippines. For a total of 30 streams, which were categorized into 7 protected, 3 forested, 8 agricultural, and 12 residential streams based on land use and cover in their catchments, were collected benthic macroinvertebrates and measured environmental variables. PCA plots were not able to classify water quality according to land use and was supported with no significant difference in Kruskal –Wallis test. However, water quality of primarily vegetated and primarily non-vegetated sites as well as protected and protected streams had delineation, as accorded with the results of independent *t* - tests with significant differences ($p<0.05$) on dissolved oxygen, conductivity, total dissolved solids and salinity. While the forested streams are clustered together in the NMDS plot but there is no clear pattern in the assemblage of benthic macroinvertebrates. The similarities in the composition of macroinvertebrates could be attributed to the similar magnitude and intensity of landscape alteration of each land use among the streams. Interestingly, the nMDS plot shows strong separation of macroinvertebrate assemblages across gradient of vegetation area (Global $R = 0.388$, $P = 0.001$) and were supported independent *t*- test where with macroinvertebrate diversity, density and abundance of pollution-sensitive taxa on primarily vegetated areas exhibited significant differences from non-vegetated areas ($p < 0.05$). Additionally, biotic indices such as such as SingScore, Average Score per Taxon THAI ($ASPT^{THAI}$), Biological Monitoring Working Party ($BMWP^{THAI}$), and Stream Invertebrate Grade Number Average Level version 2 (SIGNAL 2) reveal significant differences among protection status, land use types and land cover ($p<0.05$). CCA plot also revealed pollution –sensitive taxa with primarily vegetated sites were associated with pollution-sensitive taxa and primarily non-vegetated sites are associated with pollution-tolerant organisms to on CCA plot. The findings of this study demonstrate the effects of land alteration to the macroinvertebrate community and water quality. Furthermore, it emphasizes the importance of vegetation cover and designation of protected areas to have better ecological quality in a watershed. This study thus suggests for an extensive and improved policy development and implementation. Furthermore, extensive biomonitoring and formulation of Marikina Watershed Biotic Index are recommended.

Keywords: Marikina Watershed, land use, land cover, water quality, benthic macroinvertebrates

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-HW 水文・陸水・地下水学・水環境

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | 201B 2F

[A-HW22] 流域の物質輸送と栄養塩循環ー源流域から沿岸海域までー

コンビーナ:小林 政広(国立研究開発法人森林研究・整備機構　森林総合研究所)、吉川 省子(農業・食品産業技術総合研究機構　農業環境変動研究センター)、安元 純(琉球大学　農学部　地域農業工学科)、Adina Paytan(University of California Santa Cruz)、座長:安元 純(琉球大学　農学部　地域農業工学科)

本セッションでは，源流部から沿岸海域を含む流域における物質輸送および栄養塩循環について，幅広い研究分野（陸水学，水文学，地下水学，沿岸海洋学，気象学，土壌学，堆積学，林学，農学，水産学，生態学，社会科学など）からの話題提供を踏まえて，持続可能な流域環境に関する分野横断的な議論を行うことを目的としている．特に，人間活動や気候変動の影響下における複雑で動的な水系における自然現象やその時間変化に主眼をおいた物理，化学，生物学的メカニズムを明瞭にするために，トレーサー技術，分子レベルの技術，水理モデル，古生物学的手法，屋内やフィールドでの試験，生態系サービスや社会ー生態学システムについての社会科学的評価など，流域科学のための新しい手法に基づく研究発表を歓迎する．このセッションを通して，新しい流域科学を創造するために，分野を超えた参加者相互の議論と協力体制作りを目指したい．

10:45 ~ 11:00

[AHW22-12] **Characterization, distribution and degradation of environmental plastics in inland river system of Mongolia**

*Batdulam Battulga[1]、Masayuki Kawahigashi[1]、Bolormaa Oyuntsetseg[2] (1.Department of Geography, Tokyo Metropolitan University, Tokyo, 192-0397, Japan 、2.Department of Chemistry, National University of Mongolia, Ulaanbaatar, 210646, Mongolia)

11:00 ~ 11:15

[AHW22-13] Multi-site and multi-approach sediment transport modeling in tropical watersheds

★Invited Papers

*Assefa M Melesse[1]、Alemu Osore Aga[2]、Hagos Gebreselassie[2] (1.Florida International University、2.Addis Ababa University)

11:15 ~ 11:30

[AHW22-14] 流域土地利用モデルによるSS濃度係数の算出

*吉川 省子[1]、馬 東来[1,2]、齋藤 忠将[1,3]、松森 堅治[4]、伊藤 優子[5]、小林 政広[5] (1.農業・食品産業技術総合研究機構　農業環境変動研究センター、2.筑波大学大学院、3.茨城大学農学部、4.農業・食品産業技術総合研究機構　西日本農業研究センター、5.国立研究開発法人　森林研究・整備機構森林総合研究所)

11:30 ~ 11:45

[AHW22-15] Evaluation of long term variation in water balance and discharge of sediment and nitrogen in the urbanized catchment of Yamato River, using SWAT model

*王 崑陽[1,2]、清水 裕太[3]、小野寺 真一[1]、齋藤 光代[4]、友澤 裕介[1] (1.広島大学、2.首都師範大学、3.農研機構、4.岡山大学)

11:45 ~ 12:00

[AHW22-16] Causal correlation between water-use of the Tedori River and coastal erosion of Chirihama Nagisa Driveway, Ishikawa, Japan

*百瀬 年彦[1] (1.石川県立大学)

12:00 ~ 12:15

[AHW22-17] セレンガ河における元素動態への懸濁粒子の役割

★招待講演

*川東 正幸[1]、Orgilbold Myangan[2]、Bolormaa Oyuntsetseg[2] (1.首都大学東京、2.モンゴル国立大学)

Characterization, distribution and degradation of environmental plastics in inland river system of Mongolia

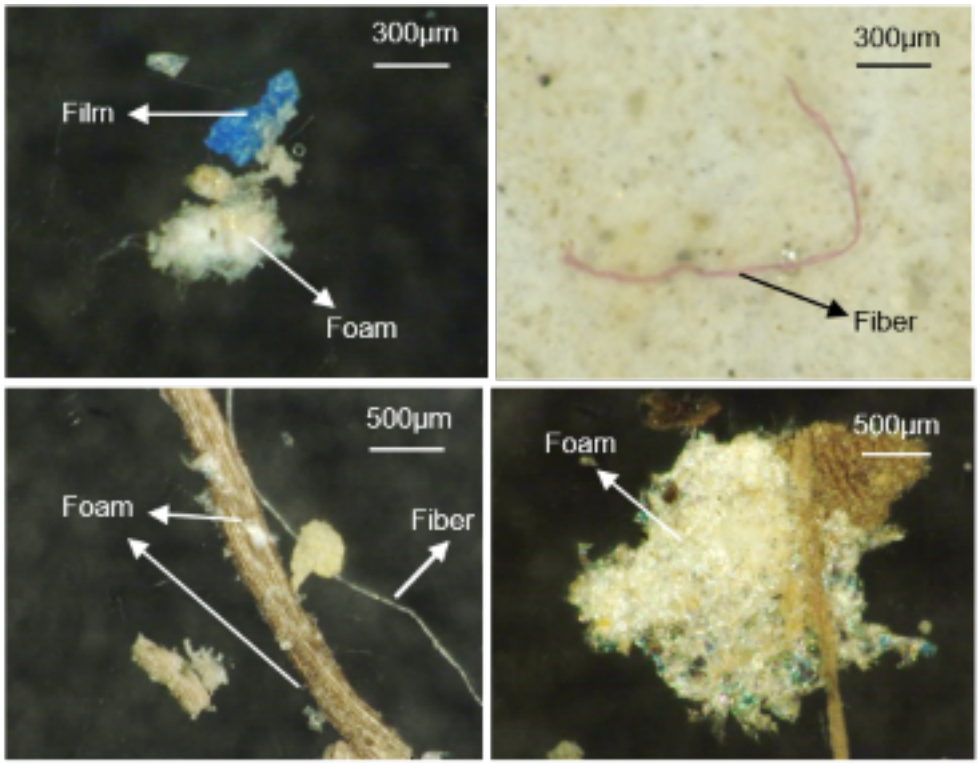
*Batdulam Battulga[1], Masayuki Kawahigashi[1], Bolormaa Oyuntsetseg[2]

1. Department of Geography, Tokyo Metropolitan University, Tokyo, 192-0397, Japan , 2. Department of Chemistry, National University of Mongolia, Ulaanbaatar, 210646, Mongolia

Marine plastic abundance and distribution have been reported toward increasing importance of their behavior as anthropogenic influences on aquatic environment. However, remains of plastics particularly in freshwater are largely unknown. Tributaries in the Selenga River system are important sources of fresh water in Central and Northern Mongolia, although the river system has been alarmed by various kinds of pollution because of growing population and increasing demand of land and resources. Evaluating fate of plastics in the river is vital to assess how the urban system affects plastic pollution in Selenga River. This study aimed to identify the fate of environmental plastics in the Selenga River system of Mongolia.
In 2017 and 2018, totally 18 sampling sites have been surveyed according to geographical locations from the capital city, Ulaanbaatar. Collected plastics were classified as their sizes (micro, meso, macro and mega) and materials such as films, foams, fragments and fibers. Visually sorted plastics identified by FTIR micro-spectroscopy to determine chemical characterization. Furthermore, a degradation index of collected plastics was examined using a ratio of two specific IR absorptions. Invisible microplastics (MP) attached onto the collected plastics were separated mainly from polystyrene foam (PSF), which was the most dominant environmental plastics in the research field. Characterization of the invisible MP was conducted using a digital microscope and an FTIR micro-spectroscopy.
Plastic films and foams were largely occupied in the collected plastics from the researched rivers. Surprisingly great amount of PSF were found in micro and meso size ranges. The results illustrate that on-site fragmentation and degradation of bulk PSF occurred in the research sites probably due to solar radiation and freeze-thaw cycles. A broad range of the degradation index was recorded in micro, meso and macro sized PSF, indicating that various stages of degradation occurred in the river environment. Apart from the other plastics types, PSF was considered as a carrier of invisible MP. A greater diversity of invisible MP types and numbers were found in a microscopic view using a digital microscope on the surface of PSF. Polyethylene (PE) and polystyrene (PS) were major components of the sorbed MP.
This study represents the first detailed examination of the distribution, types and degradation processes of plastics in the Mongolian river system. Environmental plastics were widespread litter in the investigated Mongolian river shores due to low-level of waste management with rapidly growing population and urbanization.

Keywords: Plastic debris, River shore, Mongolia, Degradation, Microplastics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



Microscopic view of microplastics attached onto visible polystyrene foam (PSF).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Multi-site and multi-approach sediment transport modeling in tropical watersheds

*Assefa M Melesse[1], Alemu Osore Aga[2], Hagos Gebreselassie[2]

1. Florida International University, 2. Addis Ababa University

Land degradation and poor watershed management have been the major factors that led to severe soil erosion and hence sedimentation in receiving water bodies and reservoirs. The environmental impacts of sediment transport and loading is highly pronounced in tropical watersheds where rainfall is erratic and torrential and soil and conservation measures are poor. In this study, a soil erosion, sediment yield and transport modeling were conducted in three tropical watersheds in Ethiopia and Kenya. Field plot experiment, model development and evaluation were conducted. The impact of land use, rainfall intensity and slope were evaluated at plot and watershed scales. Three models (WEPP, SWAT and Erosion 3D) were tested and compared. The results indicate that the models performed differently with Erosion 3D and WEPP performed better in sediment load simulation. In the absence of the observed sediment data, sediment rating curves developed and validated were useful and are promising.

Keywords: Sediment flux, Sediment modeling, Erosion 3D, SWAT, WEPP, Tropical watersheds

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

流域土地利用モデルによるSS濃度係数の算出
Calculation of SS concentration coefficients of river water for each land use by a simple watershed model.

*吉川 省子[1]、馬 東来[1,2]、齋藤 忠将[1,3]、松森 堅治[4]、伊藤 優子[5]、小林 政広[5]
*Seiko Yoshikawa[1], Donglai Ma[1,2], Tadamasa Saito[1,3], Kenji Matsumori[4], Yuko Itoh[5], Masahiro Kobayashi[5]

1. 農業・食品産業技術総合研究機構　農業環境変動研究センター、2. 筑波大学大学院、3. 茨城大学農学部、4. 農業・食品産業技術総合研究機構　西日本農業研究センター、5. 国立研究開発法人　森林研究・整備機構森林総合研究所
1. Institute for Agro-environmental Sciences, National Agriculture and Food Research Organization, 2. Graduate Scool, Tsukuba University , 3. Faculty of Agriculture, Ibaraki University , 4. Western Region Agricultural Research Center, National Agriculture and Food Research Organization, 5. Forestry and Forest Products Research Institute

近年、降雨の気候変動に起因する降雨の激化や局所化により、土砂災害が増加している。土砂災害の起きる場所や程度を予測することは困難であるが、まず、近年の平均的な土砂流出程度を把握し、それに基づき、雨の降り方が変わった場合の土砂量の増減を予測する方法が合理的であると考えられる。

土砂流出は、土地利用、植生、保全策、立地条件、降水などの気象条件等により左右される。なかでも、平水年では土地利用の影響が大きいと予想される。ここでは、今後の土砂災害の予測に資するために、全国の河川流域を対象に、土地利用毎の水系へのSSの負荷強度を示す濃度係数を、簡易な流域土地利用モデルにより算出する。公開されているDEM(国土地理院、10B、ラスターデータ)、および高解像度土地利用土地被覆図（JAXA、ALOS AVNIR-2、10mメッシュデータ）を用いて、公共用水域測定地点を下端とする流域と、その流域の土地利用（水田、畑、森林、市街地）面積割合を求めた。一方、環境省の公共用水域測定地点データについて、2000~2009年の10年間の測定データの揃っている地点について、SS濃度の算術平均値を求めた。そして流域ごとの土地利用比率を説明変数、流域ごとのSS濃度を目的変数とする以下の重回帰式により、各土地利用の負荷強度の指標となる濃度係数を算出した。

$$C = a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + a_4 x_4$$

Cは河川SS濃度 (mg L^{-1})　a_iは土地利用iのSS濃度係数　x_iは土地利用iの面積率
土地利用 i は 1;水田 2;畑 3;森林 4;市街地

SS濃度係数は、水田、畑、森林、市街地で、15.4（下限95%値12.0～上限95%値18.8）、11.5（7.4～15.6）、3.9（2.6~5.1)、11.2（9.2～13.2）（n=5103）であった。さらに詳細に調べるには、施肥管理、土壌の性質、流域の畜産業、気象条件（特に降水量）、地形、地質などの影響を考慮した詳細な解析が必要である。

キーワード：流域土地利用モデル、SS、濃度係数
Keywords: watershed land-use model, SS, concentration coefficient

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Evaluation of long term variation in water balance and discharge of sediment and nitrogen in the urbanized catchment of Yamato River, using SWAT model

*王 崑陽[1,2]、清水 裕太[3]、小野寺 真一[1]、齋藤 光代[4]、友澤 裕介[1]
*Kunyang Wang[1,2], Yuta Shimizu[3], Shin-ichi Onodera[1], Mitsuyo Saito[4], Yusuke Tomozawa[1]

1. 広島大学、2. 首都師範大学、3. 農研機構、4. 岡山大学
1. Graduate School of Integrated Arts and Science, Hiroshima University, 2. Capital Normal University, 3. National Agriculture and Food Research Organization, 4. Okayama University

Land-use changes, freshwater use, and the biochemical flow are important factors affecting the Earth's environmental threshold. In the research topics of Planetary Boundaries (PB), these factors have been defined as entering high-risk levels. One-third of the planet's freshwater resources come from groundwater, and now, in some countries and regions, it is also exposed to the risk of groundwater depletion. Large-scale urbanization brings economic development but also increases the possibility of urban waterlogging.

Yamato river is the highest-level river in Japan. It has a watershed area of 1067 square kilometers, covering almost half area of Nara prefecture. Yamato river catchment includes Nara basin which as an important agricultural base, Nara city and part of Sakai city. The water environment in the catchment is closely related to the healthy life of human beings. Especially in recent years, there are frequent flooding in the catchment. Therefore, the study of Yamato river is very necessary.

This thesis uses the SWAT (Soil and Water Assessment Tool) model and Geographic Information System (GIS) methodology. The SWAT model can not only simulate the water discharge and nutrient load but also find the essence of the change of water environment through the change of parameter sensitivity. Select Coefficient of determination (R2), Nash–Sutcliffe efficiency (NSE), and percentage of bias (PBIAS) as a factor of assessing results and obtained the experimental results with credibility.

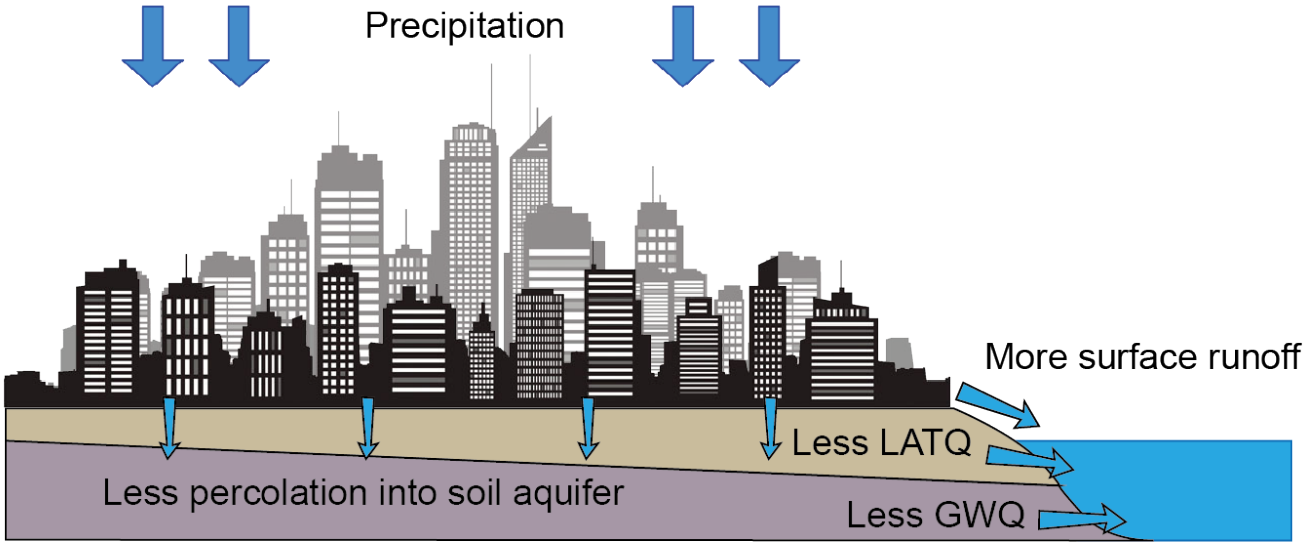
It is found that the land use in the basin is mainly manifested in the change from farmland to urban land use type, which probably accounts for 1/3 of the total area of land use type changed. Over a period of 2009-2016, the average of water discharge from the total outlet in the main channel is 2.37 million m3/day while it's 2.06 million m3/day in 1971-1978. As a result of changes in land use, water yield from farmland decreased by 45% compared with the 1970s, while the yield from the city increased by 43%. Among them, Surface runoff generated increase by about 70%. In Sakai and its surrounding cities, surface runoff generated increased by 18% per 100 mm precipitation. Curb length density in the high-density urban area increased about one time. That means Sakai now, in the face of flooding caused by torrential rains, needs to take on higher risks.

Sediment yield reducing by more than 70% from 1988 to 2014. The change comes mainly from the management of the river channel. The non-point source load of nitrate increased from 1096 tons to 1534 tons, this is mainly due to the increase in precipitation and the increase in population. The growth of forests also has a certain impact. This is because the type of land used in farmland and forests, there has a large number of fertilizers on the surface of the soil from human agriculture activities or the decay of animal and plant debris. Under the driving effect of precipitation, it mainly transported by the lateral flow

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

in farmland and forest area and the surface runoff in the urban area, a large part will enter the river channel.

キーワード：土地利用変化、水平衡、窒素負荷、SWATモデル、長期変動
Keywords: Land use change, Water balance, Nitrogen load, SWAT Model, Long term variation



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Causal correlation between water-use of the Tedori River and coastal erosion of Chirihama Nagisa Driveway, Ishikawa, Japan

*百瀬 年彦[1]
*Toshihiko Momose[1]

1. 石川県立大学
1. Ishikawa Prefectural University

Awarded as the best beach of Japan (Reported by TripAdvisor, Inc. 2016), Chirihama Nagisa Driveway is a sandy beach located in Ishikawa, attracting people as the place that allows for driving cars and even large tourist buses along the shore. The source of the Chirihama sand is debris from Mt. Haku-san, which is transferred by the Tedori River and the Tsushima Current. At the river mouth, the finer sands are transferred to further offshore, and then drifted to further beach such as the Chirihama coast (50 km far from the river mouth). Due to the natural sand drifting process, the Chirihama coast is composed of the sands with fine and uniform grain size, the feature which guarantees for comfortable drive on the beach. The Chirihama coast is a treasure of Ishikawa; however, it faces a crisis of disappearance due to beach erosion.

According to Ishikawa prefectural government, the amount of sand loss of the Chirihama coast is 70000 m^3/year and its width decreases at 1 m/year. While the Chirihama coast is disappearing, a large-scale landslide of 1300000 m^3 occurred at upstream region of the Todori River in 2015 and the massive derbies moved downstream. The turbid water released for the ocean seemed to contribute to the formation of the Chirihama coast, but there are no reports on the recovery of the Chirihama coast. Where do the sands released from the Tedori River move?

Field investigations along the coast have found that the beach sediment at 4 –5 km far from the river mouth has the same feature as the Chirihama sand. From the viewpoint of recent water-use of the Tedori river, this presentation explains a possible reason why the fine sand released from the Tedori River cannot move to the Chirihama coast.

キーワード：千里浜なぎさドライブウェイ、海岸浸食、手取川、河川構造物
Keywords: Chirihama Nagisa Driveway, Coastal erosion, Tedori River, River structure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

セレンガ河における元素動態への懸濁粒子の役割
Role of suspended solids on elemental dynamics in the Selenga River system

*川東 正幸[1]、Orgilbold Myangan[2]、Bolormaa Oyuntsetseg[2]
*Masayuki Kawahigashi[1], Orgilbold Myangan[2], Bolormaa Oyuntsetseg[2]

1. 首都大学東京、2. モンゴル国立大学
1. Tokyo Metropolitan University, 2. National University of Mongolia

Lake Baikal is one of the cleanest lake in the world. However, there are many sources of pollution such as mining, industry and agriculture in the river basin of the main tributary, Selenga River which is flowing into Lake Baikal. Lake Baikal actually face to severe pollution affected by anthropogenic activities in the watershed. Natural cleaning mechanism can still be functioning to prevent pollutants flow into the Baikal. Since suspended solids (SS) in the Selenga River can play a role as carriers of heavy metals and organic pollutants, their dynamics should be addressed to know the mechanism.

Water and sediment samples were collected in the Russian territory from the Mongolian border to the shore of the Baikal including the Selenga Delta. SS samples were further recovered using a glass fiber filter from the water samples. Surface sediments and SS samples were digested with the mixture of nitric acid and perchloric acid for determination of elements using Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry (ICP-AES).

Elemental concentrations were changeable depending on SS concentration along the tributary. Changes in SS concentration can be controlled by flow rate of the tributary. The significant relationship were observed between SS and sesquioxides mainly consisting of Fe and Al. Both of Mn and Cr were also common constituents of the SS oxides despite of their low concentration in SS. In contrast, Zn and Cu have no correlation with SS, indicating that they are specifically accumulated onto SS surface at a point where the two elements were released. The concentration of SS gradually decreased accompanied by decrease in heavy metals in SS in the delta region. On the contrary, those elements in the surface sediments increased to downstream in the delta region. Deposition process of SS in the delta can be occurred due to decrease in flow rate by channel bifurcation of tributaries, back water effect from Lake Baikal and SS trapping by vegetation in the delta. The delta has a potential to trap SS, resulting that water quality in the Lake Baikal has been protected of water quality in Lake Baikal.

キーワード：バイカル湖、懸濁粒子沈降、支流分岐
Keywords: Lake Baikal, SS deposition, channel bifurcation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-HW 水文・陸水・地下水学・水環境

2019年5月30日(木) 13:45 ~ 15:15 | 201B 2F

[A-HW22] 流域の物質輸送と栄養塩循環ー源流域から沿岸海域までー

コンビーナ:小林 政広(国立研究開発法人森林研究・整備機構　森林総合研究所)、吉川 省子(農業・食品産業技術総合研究機構　農業環境変動研究センター)、安元 純(琉球大学　農学部　地域農業工学科)、Adina Paytan(University of California Santa Cruz)、座長:吉川 省子(国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 農業環境変動研究センター)

本セッションでは，源流部から沿岸海域を含む流域における物質輸送および栄養塩循環について，幅広い研究分野（陸水学，水文学，地下水学，沿岸海洋学，気象学，土壌学，堆積学，林学，農学，水産学，生態学，社会科学など）からの話題提供を踏まえて，持続可能な流域環境に関する分野横断的な議論を行うことを目的としている．特に，人間活動や気候変動の影響下における複雑で動的な水系における自然現象やその時間変化に主眼をおいた物理，化学，生物学的メカニズムを明瞭にするために，トレーサー技術，分子レベルの技術，水理モデル，古生物学的手法，屋内やフィールドでの試験，生態系サービスや社会ー生態学システムについての社会科学的評価など，流域科学のための新しい手法に基づく研究発表を歓迎する．このセッションを通して，新しい流域科学を創造するために，分野を超えた参加者相互の議論と協力体制作りを目指したい．

13:45 ~ 14:00

[AHW22-18] Relationship between topographical characteristics in catchment area and dissolved iron concentration of river in permafrost area

*田代 悠人[1]、楊 宗興[1]、白岩 孝行[2]、大西 健夫[3] (1.東京農工大学、2.北海道大学、3.岐阜大学)

14:00 ~ 14:15

[AHW22-19] Water Source Zones and Hydrochemical Properties of Fluoride Water in Mt. Meru Watershed, Tanzania

*中屋 眞司[1]、高田 遼吾[1]、安元 純[2]、吉谷 純一[1]、ルゴディシャ イノセント[3]、ルインボ ズベリ[3]、コマケッチ ハンス[4]、モレル トーマス[5] (1.信州大学工学部水環境・土木工学科、2.琉球大学農学部地域農業工学科、3.ネルソンマンデラ科学技術大学、4.ネルソンマンデラ科学技術大学ワイズフューチャー、5.タンザニアさくら女子中学)

14:15 ~ 14:30

[AHW22-20] 水質総負荷量の計測システム開発とその適用例
★招待講演

*高瀬 恵次[1]、伊藤 優子[2] (1.石川県立大学、2.国立研究開発法人　森林総合研究所)

14:30 ~ 14:45

[AHW22-21] Water infiltration and uptake around a Japanese cypress growing on a flat upland

*小林 政広[1]、小野寺 真一[2]、伊藤 優子[1]、阪田 匡司[1] (1.国立研究開発法人森林研究・整備機構　森林総合研究所、2.広島大学大学院総合科学研究科)

14:45 ~ 15:00

[AHW22-22] Innovative Rainfall Simulator Design for Moving Storm Scenarios with Different Storm Patterns

*RAVI KUMAR MEENA[1]、SUMIT SEN[2] (1.M.Tech Student, Department of Hydrology, Indian Institute of Technology Roorkee, Roorkee, Uttarakhand, India、2. Associate Professor, Department of Hydrology, Indian Institute of Technology Roorkee, Roorkee, Uttarakhand, India)

15:00 ~ 15:15

Discussion

Relationship between topographical characteristics in catchment area and dissolved iron concentration of river in permafrost area

*田代 悠人[1]、楊 宗興[1]、白岩 孝行[2]、大西 健夫[3]
*Yuto Tashiro[1], Muneoki Yoh[1], Takayuki Shiraiwa[2], Takeo Onishi[3]

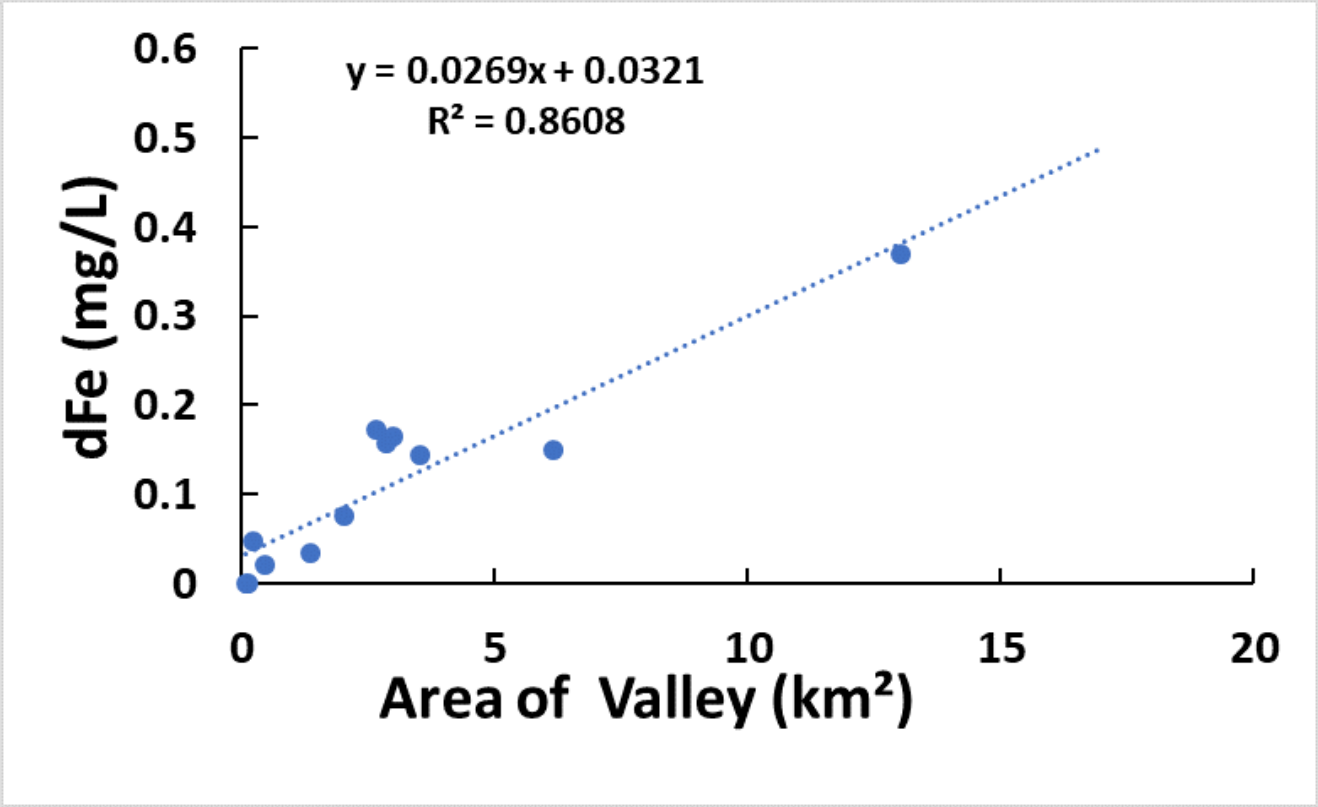
1. 東京農工大学、2. 北海道大学、3. 岐阜大学
1. Tokyo University of Agriculture and Technology, 2. Hokkaido University, 3. Gifu University

[Background]
Dissolved iron flowing out from the wetlands in the Amur River basin is an important nutrient that supports the primary production of phytoplankton in the Sea of Okhotsuk. Therefore, the amount of iron supplied to the sea is supposed to change due to the increase and/or decrease of the wetland area within the Amur basin. However, in the longterm observation of the dissolved iron concentration in the Amur River, the considerably high concentration, which can not be explained by the land-use change of the wetland, was observed in the latter of the 1990s. In the 1990s, because the relatively higher temperature had been continued, Shamov et al.,2014 speculated that permafrost thawing might be caution. Therefore, we hypothesized that permafrost thawing might promote the forming of humid and reductive condition which was suited to dFe generation in active layer, and have been conducting research on the mechanism of dissolved iron production and the distribution of permafrost. It has become clear that permafrost exists under the vegetation called Mari. Mari is the wetland which is covered by hygrophyte and sphagnum in a valley, and thick peat soil is accumulated underground.On the other hand, forest areas where birch or larch are densely spread with thin peat layers on the slope and ridge. Thus, the topographical features such as valley, slope and ridge in the catchment area dominate the vegetation and soil properties, and the dissolved iron cycling. In this study, we focused on the area of the valley as a topographical feature within the catchment area, and researched with the aim to discover the relationship to dissolved iron concentration in the river.
[Materials and Methods]
The research was conducted in the Tyrma River basin, which is a further tributary of the Tributary of the Amur River, in Khabarovsk. This area corresponds to the sporadic permafrost zone. In September 2018, we collected the water from 12 rivers in total; 5 rivers flowing into the Tyrma River and 5 rivers flowing into the Gujar river which is a tributary of the Tyrma River (basin area 7 to 200 km2). After sampling the water, immediately filtration was carried out with a disposable 0.45 μm filter and stored in polyethylene containers. Dissolved iron concentration was measured by the phenanthroline method after adding a few drops of HNO3- to the sample water to adjust pH <2.
We extracted the valley area using GIS soft "QGIS". The altitude data of field site, a global numerical surface model (DSM) corresponding to a resolution of 30 m by a panchromatic stereoscopic sensor (PRISM) equipped with JAXA 's Land Observing Satellite "ALOS" was used. The catchment area on the upstream side from the sampling point of each river was extracted and the Topographic Position Index (TPI) and the inclination (degree) were calculated. Next, the cells with TPI <0 - [standard deviation of TPI ×1/2] and inclination <3 (degree) were judged as a valley and these areas were calculated. The radius(R) of TPI was set to R = 500 m or R = 1000 m according to the valley width of the river. The reason why the condition of inclination <3 (degree) was added was that if only the condition of TPI was included, even the lower part of the slope was included, so that the valley area could be overestimated.
[Results and Discussion]
Dissolved iron concentrations in some rivers showed a very low concentration of <0.02 mg / L, which is below the detection limit, while others showed high concentrations of 0.37 mg / L. The relationship

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

between these concentration differences and the valley area in the catchment area is shown in Fig.1. In the rivers whose valley area was less than 1 km2, the concentration of dissolved iron was less than 0.05 mg / L. On the other hand, it was revealed that the concentration of dissolved iron tended to be higher with larger valley area in the catchment area. For the rivers with the low dFe concentrations, the catchment areas ware less than 15 km2, and the valley area occupied as low as 3% or less. The other rivers whose the dissolved iron concentration higher than 0.1 mg / L, the valley area accounted for 5-8% of the catchment area. The flat valley exists along the river is a typical topography in the Tyrma basin. In such places where the inclination is small, since the movement of water is also limited and make the residence time longer, the moisture and reductive environment can be maintained in the active layer on the permafrost, and wetland like Mari which is taken precedence by hygrophyte is widely formed in the valley. As the result, this study showed that Mari covering the valley has the function of dissolved iron generation and dissolved iron flow out into rivers.

キーワード：溶存鉄、永久凍土、湿地
Keywords: Dissolved Iron, Permafrost, Wetland



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Water Source Zones and Hydrochemical Properties of Fluoride Water in Mt. Meru Watershed, Tanzania

*中屋 眞司[1]、高田 遼吾[1]、安元 純[2]、吉谷 純一[1]、ルゴディシャ イノセント[3]、ルインボ ズベリ[3]、コマケッチ ハンス[4]、モレル トーマス[5]
*Shinji Nakaya[1], Ryogo Takada[1], Jun Yasumoto[2], Junichi Yoshitani[1], Innocent Lugodisha[3], Zuberi Dominicus Lwimbo[3], Hans Komakech[4], Thomas Reuben Mollel[5]

1. 信州大学工学部水環境・土木工学科、2. 琉球大学農学部地域農業工学科、3. ネルソンマンデラ科学技術大学、4. ネルソンマンデラ科学技術大学ワイズフューチャー、5. タンザニアさくら女子中学
1. Department of Water Environment and Civil Engineering, Faculty of Engineering, Shinshu University, Japan, 2. Department of Regional Agriculture Engineering, University of the Rykuyus, Japan, 3. School of Materials, Energy, Water and Environmental Sciences, NM-AIST, Tanzania, 4. WISE-Future, NM-AIST, Tanzania, 5. SGSS and Institute of resources assessment-UDSM, Tanzania

Fluoride is leaching to natural water system from volcanic rocks and ashes with alkali volcanic activity along Great Lift Valley in east Africa. Tanzanian people in Great Lift Valley are also suffering drinking water including high fluoride (> 1.5 mgF/L of WHO) and water shortage. We investigated the groundwater and river water fluoride pollutions in area between Arusha of Mt. Meru watershed and Moshi of Mt. Kilimanjaro watershed in September, 2018 to provide the solutions to these issues as No. 6 of SDGs. We find some results below:

1. Average fluoride content is 4.0 mgF/L in Mt. Meru watershed, and 0.5 mgF/L in Mt. Kilimanjaro watershed.

2. Fluoride concentrates in Na-HCO_3 type water, and Fluoride tend to increase with Na and pH.

3. Groundwater fluoride tends to be increasing with residence time, but in recent twenty five years, fluoride is
higher in younger groundwater.
4. Well waters supplied to Arusha city come from the recharge zone of 2,000 m to 3,000 m in altitude of Mt. Meru, and the fluoride content tend to increase with the recharge altitude.

キーワード：フッ素、大地溝帯、タンザニア、メルー山流域
Keywords: Fluoride, Great Lift Valley, Tanzania, Mt. Meru watershed

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

水質総負荷量の計測システム開発とその適用例
Development and Application of a System for Measurement of Total Load of Water Quality

*高瀬 恵次[1]、伊藤 優子[2]
*Keiji Takase[1], Yuko Itoh[2]

1. 石川県立大学、2. 国立研究開発法人　森林総合研究所
1. Ishikawa Prefectual University, 2. Forestry and Forest Products research Institute, Japan

水質の保全・管理は安全な水資源の確保のみならず、地域の水環境保全にとって重要な課題である。これまで、水質管理は濃度規制的な立場に重きを置いて行われてきたが、近年の排出物質の多様化と排出水量の増加は総量規制による水質管理が重要になることを示唆している。また、流域における物質循環・物質収支を理解する上で負荷量を正確に把握することは、基本的事項である。しかしながら、負荷量の計測には多大の労力と時間あるいは経費を必要することが多く、その正確な把握はそれほど容易ではないのが現状である。そこで、本研究では流出負荷量を対象として、これを簡便に正確に計測できるシステムを構築した。そして、これを積雪地の森林理水試験地に適用し、従来からよく用いられてきたコンポジットサンプラーによる定時間間隔採水による負荷量算定値と比較することによって、その有効性を検討した。その結果、両者はよく一致し、本計測システムを用いれば、面源からの長期間にわたる流出負荷量を簡便に正確に計測できることが示された。

キーワード：水質、濃度、総負荷量、採水システム、森林流域
Keywords: Water Quality, Concentration, Total load of water quality, System for collecting water, Forested watershed

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Water infiltration and uptake around a Japanese cypress growing on a flat upland

*小林 政広[1]、小野寺 真一[2]、伊藤 優子[1]、阪田 匡司[1]
*Masahiro Kobayashi[1], Shin-ichi Onodera[2], Yuko Itoh[1], Tadashi Sakata[1]

1. 国立研究開発法人森林研究・整備機構　森林総合研究所、2. 広島大学大学院総合科学研究科
1. Forestry and Forest Products Research Institute, 2. Graduate School of Integrated and Arts Sciences, Hiroshima University

In forest ecosystems, trees strongly influence the water movement above and below the ground. During rainfall events, some rainwater flows as stemflow, which provides concentrated water input into soil. The redistribution of soil water during periods without rainfall is affected by water uptake by roots. To clarify the effects of trees on soil water dynamics during and after rainfall events, we monitored the distribution and temporal dynamics of the soil water potential around the stem of a Japanese cypress (*Chamaecyparis obtusa*) using a two-dimensional array of tensiometers installed at multiple soil depths and distances from the tree. During rainfall events with wet antecedent moisture conditions, stemflow infiltrated into the soil and recharged the shallow groundwater near the stem. The matric potential often increased at lower positions before upper positions, indicating bypass flow through macropores. After large rainfall events, once the matric potential distribution became uniform horizontally, gravity-driven drainage proceeded. During the drying process, the matric potential decreased markedly proximal to the stem compared to distally. A horizontal gradient in the matric potential was observed in both the shallow and deeper soil layers. This indicates an intense sink caused by water uptake by roots from the deeper soil layer. Upon excavating the roots after monitoring the matric potential, dense fine roots were observed in the deeper soil layer. The tree studied may feed the deeper soil around its root zone with rainwater as stemflow and use the water advantageously following the drying process.

キーワード：樹木、樹幹流、吸水
Keywords: tree, stemflow, water uptake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Innovative Rainfall Simulator Design for Moving Storm Scenarios with Different Storm Patterns

*RAVI KUMAR MEENA[1], SUMIT SEN[2]

1. M.Tech Student, Department of Hydrology, Indian Institute of Technology Roorkee, Roorkee, Uttarakhand, India, 2. Associate Professor, Department of Hydrology, Indian Institute of Technology Roorkee, Roorkee, Uttarakhand, India

Rainfall simulators are widely used in the field of hydrology, biosystem engineering, agronomy, and geomorphology to understand the processes involved in these disciplines. Usually, rainfall simulators are not able to generate spatio-temporal variation in rainfall intensity simultaneously unlike natural conditions. Majority of methods used in rainfall simulator studies assumes that the rainstorm reaches instantaneously and remains steady over an area for a certain time period. Hence, most of the rainfall experiments ignore the effect of runoff response caused by moving storm across a watershed which results in under or over estimation of runoff peaks. Considering these limitations of traditional rainfall simulators, we are developing an advanced rainfall simulator using eleven full cone nozzles to simulate moving front storm. These nozzles can generate rainfall intensity in the range of 65 to 190 mm/hr at a pressure range of 50 kPa to 180 kPa with a varying height from 1.5m to 4m above the ground surface. All the eleven nozzles are controlled by flow control valves and the valves are individually regulated by servo motors. Arduino Mega microcontroller system is used to control all the servo motors to generate variable rainfall intensities. Further, we have developed a mobile application for Android users to regulate all the valves of rainfall simulator. This simulator is able to simulate nearly natural rainfall conditions in the controlled environment in four different patterns i.e. uniform, advanced, delayed and intermediate. A tray of 250cm×140cm×50cm has also being designed and fabricated to conduct different hydrological experiments. This tray is designed with a provision to generate and record overland, subsurface and base flow. Tray area can also be divided in three partition to analyze three different soil conditions simultaneously. Slope adjustment, leachate collection unit and piezo metric head measurement unit are also incorporated in this experimental tray. Overall, the whole rainfall simulator with tray can be used to study the impact of moving storm on soil erosion, infiltration, and runoff in the simulated near natural environment along with pollutant transport mechanisms. This study is being focused on detailed analysis of moving storms and their impact on hydrograph characteristics, especially in terms of time of concentration (tc), time to peak (tp), and peak discharge (Qp) for two different storm directions (upstream and downstream) with different storm movement velocity and rainfall intensity.

Keywords: Rainfall simulator, Moving Storm experiments, Spatio-temporal variation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-HW 水文・陸水・地下水学・水環境

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_5

[A-HW22] 流域の物質輸送と栄養塩循環ー源流域から沿岸海域までー

コンビーナ:小林 政広(国立研究開発法人森林研究・整備機構　森林総合研究所)、吉川 省子(農業・食品産業技術総合研究機構　農業環境変動研究センター)、安元 純(琉球大学　農学部　地域農業工学科)、Adina Paytan(University of California Santa Cruz)

本セッションでは，源流部から沿岸海域を含む流域における物質輸送および栄養塩循環について，幅広い研究分野（陸水学，水文学，地下水学，沿岸海洋学，気象学，土壌学，堆積学，林学，農学，水産学，生態学，社会科学など）からの話題提供を踏まえて，持続可能な流域環境に関する分野横断的な議論を行うことを目的としている．特に，人間活動や気候変動の影響下における複雑で動的な水系における自然現象やその時間変化に主眼をおいた物理，化学，生物学的メカニズムを明瞭にするために，トレーサー技術，分子レベルの技術，水理モデル，古生物学的手法，屋内やフィールドでの試験，生態系サービスや社会ー生態学システムについての社会科学的評価など，流域科学のための新しい手法に基づく研究発表を歓迎する．このセッションを通して，新しい流域科学を創造するために，分野を超えた参加者相互の議論と協力体制作りを目指したい．

[AHW22-P01] 過剰リン酸塩はコユビミドリイシ稚サンゴの骨格形成を阻害する

飯島 真理子[1]、*安元 剛[1]、安元 純[2]、廣瀬 美奈[3]、神保 充[1]、渡部 終五[1] (1.北里大学海洋生命科学部、2.琉球大学農学部、3.トロピカルテクノプラス)

[AHW22-P02] Modeling chlorophyll-a concentration using remote sensing in shallow water systems: Comparison of sensors

*Assefa M Melesse[1]、Tara Blakey[1]、Mohammad Haji Gholizadeh[1]、 Mohd Manzar Abbas[1] (1.Florida International University)

[AHW22-P03] 島嶼沿岸地下水における季節的な水位変動にともなう流動系の変動について

*友澤 裕介[1]、小野寺 真一[1]、齋藤 光代[2] (1.広島大学大学院総合科学研究科、2.岡山大学大学院環境生命科学研究科)

[AHW22-P04] **The Tracing of Groundwater Contamination Sources in Indonesian Coastal Alluvial Groundwater using $\delta^{34}S$ and $\delta^{15}N$ Isotopes**

*Anna Fadliah Rusydi[1,4]、Mitsuyo Saito[2]、Seiichiro Ioka[3]、Shin-ichi Onodera[1] (1.Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University, Japan、2.Graduate School of Environmental and Life Sciences, Okayama University, Japan、3.Research Institute for Sustainable Energy, Hirosaki University, Japan、4.Research Center for Geotechnology, Indonesian Institute of Sciences, Indonesia)

[AHW22-P05] Spatio-temporal dynamics of orthophosphate with implications for limitation of phytoplankton growth in north basin of Lake Biwa, Japan

*Xin Liu[1]、Rong Yi[1]、Masahiro Maruo[1]、Syuhei Ban[1] (1.The University of Shiga Prefecture)

[AHW22-P06] 次世代シーケンサーを用いた琉球石灰岩帯水層中における微生物相解析

*村尾 海[1]、安元 純[1]、安元 剛[3]、廣瀬 美奈[2]、水澤 奈々美[3]、井口 亮[4]、ラザフィンラベ バム[5]、渡邊 終五[3] (1.琉球大学　農学部　地域農業工学科、2.トロピカルテクノプラス、3.北里大学　海洋生命科学部、4.国立研究開発法人産業技術総合研究所、5.琉球大学　農学部　亜熱帯農林環境科学科)

[AHW22-P07] Evaluation for temporal variation in groundwater inflow to the lagoons connected to Lake Biwa by radon (^{222}Rn) tracer analysis

*齋藤 光代[1]、小野寺 真一[2]、友澤 裕介[2]、Wang Kunyang[2]、伴 修平[3]、奥田 昇[4] (1.岡山大学大学院環境生命科学研究科、2.広島大学大学院総合科学研究科、3.滋賀県立大学環境科学部、4.総合地球環境学研究所)

[AHW22-P08] インドネシア沿岸地域における地下水のBr/Cl比特性

*井岡 聖一郎[1]、小野寺 真一[2]、齋藤 光代[3]、Rusydi Anna[2,4] (1.弘前大学、2.広島大学、3.岡山大学、4.Research Center for Geotechnology, Indonesian Institute of Sciences, Indonesia)

[AHW22-P09] Estimation of groundwater recharge and phosphorus transport under different precipitation conditions in a suburban catchment, using SWAT model

*王 崑陽[1,2]、小野寺 真一[1]、齋藤 光代[3]、奥田 昇[4]、大久保 卓也[5] (1.広島大学、2.首都師範大学、3.岡山大学、4.総合地球環境学研究所、5.滋賀県立大学)

[AHW22-P10] Losses of phosphorus with soil erosion and nitrate with groundwater recharge in an agricultural catchment, subtropical small island

*小野寺 真一[1]、齋藤 光代[2]、曹 陽[1]、Anna Rusydi[1]、大前 英[3]、飯泉 佳子[4]、友澤 裕介[1] (1.広島大学大学院総合科学研究科、2.岡山大学、3.国際農林水産業研究センター熱帯・島嶼研究拠点、4.国際農林水産業研究センター)

[AHW22-P11] Phosphate solubilizing bacteria as an indicator of sediment phosphorus in freshwater lakes

*Sreekumari Kurissery[1]、Katelynn Crawford[1]、Nandakumar Kanavillil[1] (1.Lakehead University, Canada)

[AHW22-P12] 琉球石灰岩地域における土壌・地下水中の各種リン酸塩の動態に関する研究

*野崎 真司[1]、安元 純[2]、安元 剛[3]、廣瀬 美奈[4]、飯島 真理子[3]、新城 竜一[5]、ラザフィンラベ バム[6] (1.琉球大学大学院　農学研究科　亜熱帯農学専攻、2.琉球大学　農学部　地域農業工学科、3.北里大学　海洋生命科学部、4.一般社団法人　トロピカルテクノプラス、5.琉球大学　理学部　物質地球科学科、6.琉球大学　農学部　亜熱帯農林環境科学科)

[AHW22-P13] Impacts of highly concentrated turbid water on the groundwater in the Tedori River alluvial fan, Japan

*藤原 洋一[1]、長野 峻介[1]、高瀬 恵次[1]、一恩 英二[1] (1.石川県立大学生物資源環境学部)

[AHW22-P14] 源流域における水安定同位体比の高度効果とその平野地下水に対する寄与域の推定～琵琶湖における東西流域の比較～

*友澤 裕介[1]、王 崑陽[1]、齋藤 光代[2]、伴 修平[3]、奥田 昇[4]、小野寺 真一[1] (1.広島大学大学院総合科学研究科、2.岡山大学大学院環境生命科学研究科、3.滋賀県立大学環境科学部、4.総合地球環境学研究所)

[AHW22-P15] 流域土地利用モデルによる全国の河川TNおよびTP濃度係数の算出.

*吉川 省子[1]、馬 東来[1,4]、齋藤 忠将[1,5]、松森 堅治[2]、伊藤 優子[3]、小林 政広[3] (1.農業・食品産業技術総合研究機構　農業環境変動研究センター、2.農業・食品産業技術総合研究機構　西日本農業研究センター、3.森林研究・整備機構　森林総合研究所、4.筑波大学大学院、5.茨城大学農学部)

[AHW22-P16] **Possibility of nutrients transportation from littoral slope for enhancement of phytoplankton growth in north basin of Lake Biwa**

*伴 修平[1]、易 容[1]、刘 鑫[1]、丸尾 雅啓[1]、須戸 幹[1]、後藤 直成[1]、村瀬 潤[2] (1.公立大学法人　滋賀県立大学、2.名古屋大学)

[AHW22-P17] SWAT model analysis for confirming the effects of crop growth on the suspended sediment concentration from a settling basin catchment on Ishigaki island

*Yang Cao[1]、Shin-ichi Onodera[1]、Mitsuyo Saito[2]、Hide Omae[3]、Yoshiko Iizumi[3] (1.Graduate School of Integrate Arts and Sciences, Hiroshima University、2.Graduate School of Environmental and life Science, Okayama University、3.Tropical Agriculture Research Front (TARF), Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS))

[AHW22-P18] 熊本県菊池川流域におけるSWATモデルを用いた水・土砂・栄養塩流出量の推定と森林の影響

*藤井 創一朗[1]、金森 匡彦[1]、永野 裕子[1]、木下 牧[2]、清水 裕太[3]、小野寺 真一[4] (1.（一社）日本森林技術協会、2.株式会社　パスコ、3.国立研究開発法人　農業・食品産業技術総合研究機構　西日本農業研究センター、4.広島大学大学院総合科学研究科)

[AHW22-P19] Atmospheric depositions on forest ecosystems in areas along the Sea of Japan

*伊藤 優子[1]、高瀬 恵次[2]、藤原 洋一[2]、岡本 透[1] (1.国立研究開発法人　森林総合研究所、2.石川県立大学)

[AHW22-P20] Continuous and simultaneous flux measurement of N_2O and CO_2 from agricultural soil using a portable multi-turn time-of-flight mass spectrometer

*中山 典子[1]、岩井 祐介[1]、当真 要[2]、古谷 浩志[1]、波多野 隆介[3]、豊田 岐聡[1] (1.大阪大学、2.愛媛大学、3.北海道大学)

[AHW22-P21] Effects of introduction of cyclic irrigation system on mass balances of SS and T-P in Lake Inbanuma, Chiba, Japan

*久保田 富次郎[1] (1.国立研究開発法人　農業・食品産業技術総合研究機構　農村工学研究部門)

過剰リン酸塩はコユビミドリイシ稚サンゴの骨格形成を阻害する
Phosphate Enrichment Hampers Development of Juvenile Acropora digitifera Coral by Inhibiting Skeleton Formation

飯島 真理子[1]、*安元 剛[1]、安元 純[2]、廣瀬 美奈[3]、神保 充[1]、渡部 終五[1]
Mariko Iijima[1], *Yasumoto Ko[1], Jun Yasumoto[2], Mina Hirose[3], Mitsuru Jimbo[1], Shugo Watabe[1]

1. 北里大学海洋生命科学部、2. 琉球大学農学部、3. トロピカルテクノプラス
1. Kitasato University School of Marine Biosciences, 2. Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus, 3. Tropical Technology Plus

Coral reef degradation resulting from various types of local stress on corals such as excessive nutrient enrichment in and gravel inflow into coastal waters is of an increasing global concern. Because tropical and subtropical seawaters are generally poor in nutrients and thus oligotrophic, these stresses are thought to result in the decline of environments favorable to coral growth. Inorganic phosphates have been especially considered to possibly inhibit the formation of coral skeleton. Despite many studies available on the effects of nutrients on corals, a clear consensus for how nutrients exert deteriorative effects on the corals has not been established satisfactorily. Recently, we found that biogenic polyamines react with carbon dioxide (CO_2) and accelerate an aragonite formation of calcium carbonate ($CaCO_3$) in seawater. In this study, we examined the effects of phosphates and nitrates on *in vitro* aragonite formation of $CaCO_3$ by using biogenic polyamines and *in vivo* aragonite formation of juvenile coral *Acropora digitifera* skeletons, showing that phosphates clearly inhibited both *in vitro* and *in vivo* $CaCO_3$ formations at similar concentrations. In contrast, nitrates inhibited neither *in vitro* aragonite formation of $CaCO_3$ nor *in vivo* aragonite formation of juvenile coral skeletons. These findings indicate that phosphates have a detrimental effect on bioinorganic coral calcification. Furthermore, the findings that phosphate enrichment inhibits coral skeleton formation led us to conclude that enriched phosphate is adsorbed on juvenile coral skeleton surface and inhibits inorganically normal development of juvenile coral skeleton.

キーワード：リン酸塩、石灰化
Keywords: phosphate, calcification

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Modeling chlorophyll-a concentration using remote sensing in shallow water systems: Comparison of sensors

*Assefa M Melesse[1], Tara Blakey[1], Mohammad Haji Gholizadeh[1], Mohd Manzar Abbas[1]

1. Florida International University

The level of productivity in the upland and coastal water bodies is highly linked to land processes (land use, water management, water and nutrient fluxes). Understanding the linkage between these processes and the level of algal blooms in the water bodies is crucial for improving water quality. A comparative study was conducted using remote sensing data from three different sensors (SeaWIFS, MoDIS and Landsat) to evaluate the capability of reflectance data from these sensors for estimation of chl-a concentrations in three water bodies in the USA (Lake Okeechobee, Florida Bay and Chesapeake Bay). Observed chl-a data were gathered and compared with simulation results. The analysis found that all of the sensors have performed well in deeper water bodies than in shallow sections due to the bottom reflectance from non-algal blooms. For shallow water bodies, selection of the proper bands and band combinations, identification of the non-algal bloom reflectance and the corresponding algorithms can improve the simulation. Seasonality as well as spatial variability (using cross-sections) were evaluated and the results showed that chl-a values were highly variable for the selected summer months. Indicative of the effect of land surface fluxes of nutrients, chl-a values were higher closer to coastal areas in the Florida bay and Chesapeake Bay. The chl-a in the freshwater lake of Okeechobee was simulated using Landsat 8 data and the results found were very good. Comparison of the SeaWIFS and MoDIS chl-a value to that of the measured concentrations in the deeper section of Florida Bay and Chesapeake Bay, respectively showed very good agreement.

Keywords: Chl-a, SeaWIFS, Water qulity modeling, South Florida, Remote sensing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

島嶼沿岸地下水における季節的な水位変動にともなう流動系の変動について

Dynamics in groundwater flow system with seasonal water table variation in a coastal and island

*友澤 裕介[1]、小野寺 真一[1]、齋藤 光代[2]
*Yusuke Tomozawa[1], Shin-ichi Onodera[1], Mitsuyo Saito[2]

1. 広島大学大学院総合科学研究科、2. 岡山大学大学院環境生命科学研究科
1. Graduate School of Integrated Arts and Sciences Hiroshima University, 2. Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University

In islands, freshwater water resources are valuable as living and agricultural use, and dug wells water and reservoirs had been utilized for more than 100 years. In order to use such water resources sustainably, it is important to evaluate groundwater flow as well as water budget.

In this research, we examined to confirm the seasonal variation in water stable isotopic ratios in observation boreholes at the coastal lowland in Ikuchi Island Hiroshima prefecture. Moreover, considering that the target area is coastal, Cl^- concentration was analyzed to evaluate the influence of salt fresh water boundary.

The experimental site is located on Ikuchi Island in Hiroshima prefecture. The highest altitude is 456 m. The basement rock is mainly composed of granite. Annual average precipitation is 1058.8 mm. Observation boreholes are located at the coastal lowland in the southeastern part of the island. The upper site (Site U) with the altitude of 5.1 m asl has 3 boreholes with the depths of 2 m, 15 m, 30 m, the lower site (Site D) with 2.5 m asl has 8 with the depth of 1 m, 2 m, 3 m, 10 m, 15 m, 20 m, 30 m, 40 m, respectively. The water sampling was carried out from monthly to half year interval since 2015. Every samples were analyzed for water isotopic ratios by PICARO and anion component by ion chromatography. Especially samples in January in 2019 were analyzed for CFCs and SF6.

Based on the previous study (Saito and Onodera, 2007), the distinct altitude effect of isotopic ratio in precipitation has been confirmed. Due to spatial and temporal variations in isotopic ratios, recharge process to groundwater was suggested as follows, 1) recharge on site to shallow groundwater (2-3m deep) at D ($\delta^{18}O$: -7.8 to - 7.4 ‰), 2) river water contribution to the shallow groundwater (2-15m) at U ($\delta^{18}O$: - 8.3 to - 7.5 ‰), 3) recharge in the mountain slope with the altitude of about 360 m to deep groundwater (30m) at U ($\delta^{18}O$: - 8.4 to - 8.1 ‰), 4) recharge at 400 m on near the mountain top to deep groundwater (10-30 m) at D($\delta^{18}O$: - 8.7 to - 8.4 ‰), 5) recharge of precipitation with lower isotope than in present to deeper groundwater (40 m) at D ($\delta^{18}O$: -8.9 to - 8.8 ‰)

The deepest groundwater (40m) at D had lower isotopic ratios with higher Cl^- concentration (250 to 584 mg / L) during a lower water table in the winter. This indicated the seawater –fresh water boundary rose with water table according to Gyben-Hrzberg concept. These phenomena also suggest to cause the rise of deeper and older groundwater flow line. Consequently, we suggest the lower isotopic ratio in deeper groundwater indicates the immobile water which were recharged in the glacial period. Based on other tracers (CFC, SF 6), we will discuss more.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：安定同位体比、地下水、沿岸
Keywords: stable isotope, groundwater, coastal

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The Tracing of Groundwater Contamination Sources in Indonesian Coastal Alluvial Groundwater using $\delta^{34}S$ and $\delta^{15}N$ Isotopes

*Anna Fadliah Rusydi[1,4], Mitsuyo Saito[2], Seiichiro Ioka[3], Shin-ichi Onodera[1]

1. Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University, Japan, 2. Graduate School of Environmental and Life Sciences, Okayama University, Japan, 3. Research Institute for Sustainable Energy, Hirosaki University, Japan, 4. Research Center for Geotechnology, Indonesian Institute of Sciences, Indonesia

The coastal area is one of the Indonesian Government priorities as an archipelago country. The groundwater in the area is one of the most reliable clean water resources, therefore it is crucial to understanding the vulnerability of this resource. Our research area was located at Indramayu, a developing rural coastal area in Indonesia, where, the environment was relatively pristine. This research aimed was to identify the effect of natural condition and human activity to groundwater quality by using stable isotope $\delta^{34}S$ and $\delta^{15}N$.

Totally, there were 20 samples taken from groundwater (18) and river (2). The nitrate and sulfate were detected in a total of 5 and 19 samples, respectively. The isotopes composition for isotope nitrate were -11.2 ‰–+22.22‰ for $\delta^{15}N\text{-}NO_3$ and -3.4 ‰–+17.1‰ for $\delta^{18}O\text{-}NO_3$. Moreover, the values of $\delta^{34}S\text{-}SO_4$ and $\delta^{18}O\text{-}SO_4$ were varied from -4.2 ‰–+28.4‰ and +7.3 ‰–+18.8 ‰, respectively. The isotopic signatures of nitrate suggested that the used of inorganic fertilizer and animal manure give the impact to both groundwater and river. Similarly, the isotopic signatures of sulfur were showing that those detected sulfate in the groundwater were mostly coming from fertilizer. Moreover, the soil was mineralized by organic sulfate as well. At one point, located in the fishery area, the groundwater was indicated the seawater contamination. It was shown by the heavy composition of sulfur isotope (28.4‰ for $\delta^{34}S$ and 18.8‰ for $\delta^{18}O$). Lastly, our results showed those combined isotopes of $\delta^{34}S$ and $\delta^{15}N$ along with land-use evaluation could explain the possible sources of groundwater in coastal area at very early urbanization stage.

Keywords: Sulfur Isotope, Nitrate Isotope, Coastal Groundwater, Indramayu

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Spatio-temporal dynamics of orthophosphate with implications for limitation of phytoplankton growth in north basin of Lake Biwa, Japan

*Xin Liu[1], Rong Yi[1], Masahiro Maruo[1], Syuhei Ban[1]

1. The University of Shiga Prefecture

Orthophosphate (PO_4-P) is the main chemical form of phosphorus (P) for phytoplankton growth, often considered as a limiting nutrient for primary production in freshwater ecosystems. However, few information on accurate measurements for PO_4-P concentrations in epilimnion of meso- and oligotrophic lakes due to lower than the detection limit (60 nM) of soluble reactive P using traditional spectrophotometrical method. In the present study, we measured PO_4-P concentrations using ion chromatography with a detection limit of 5 nM, and determined truly vertical distribution of PO_4-P throughout the year with other abiotic and biotic environmental factors in north basin of Lake Biwa, to accurately understand biogeochemical processes of P in this mesotrophic lake.

Field investigations were conducted monthly from April to December 2018 at station K4 (35º19'9.6"N, 136º11'2.7"E; 50 m deep). Phosphate enrichment experiments were also made at each sampling occasion to clarify P limitation for phytoplankton growth. Lake water including phytoplankton assemblage collected from epilimnion (0–20 m) was enriched with 1 μM of PO_4-P (+P) and incubated together with untreated one (control) for 2 days under ambient light and temperature conditions. To evaluate the effect of potentially nutrient-rich bottom water, the filtered bottom water was mixed with untreated epilimnion water including phytoplankton at 1:1 (+B) was incubated at the same conditions as the +P treatment. Phytoplankton growth rate (g) was calculated with equation of $g=\ln(C_t/C_0)/2$, where C_0 and C_t are chlorophyll *a* (chl. *a*) concentrations at start and end of the experiment, respectively.

Water temperature increased in the epilimnion from May, and strict thermocline was developed from June to September. Chl. *a* concentrations increased from June to July in 10–20 m, and from October to November in 0–20 m. PO_4-P concentrations were always low, <20 nM, in the epilimnion from April to June. The concentrations below 30 m increased up to 140 nM in May, but decreased after that until July. In August and September, the concentrations increased up to 30–40 nM even in the epilimnion probably due to disturbance by typhoon. The concentrations below 30 m increased with depth, and the highest values were frequently observed near the bottom, up to 220 nM. On average throughout the water column, PO_4-P concentrations were 24–48 nM from April to June, then slightly increased up to 73 nM until September, being constant, 50–63 nM until December.

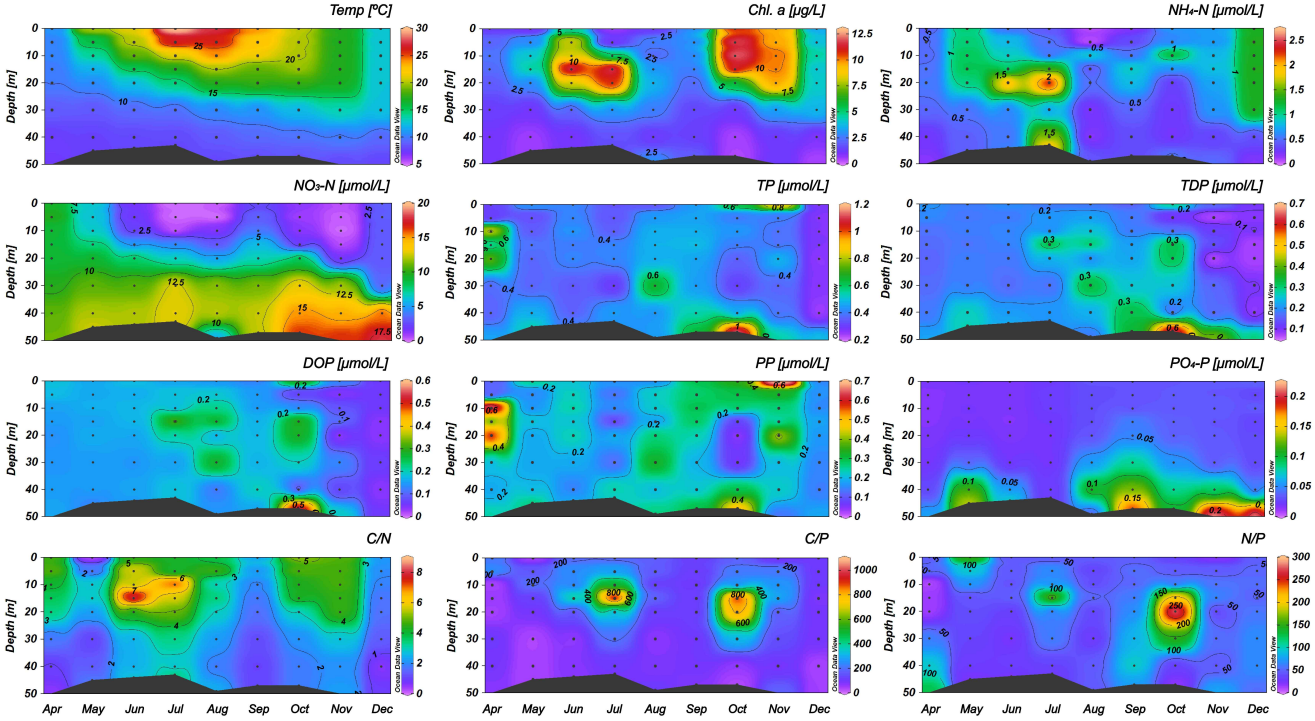
Total P, total dissolved P, dissolved organic P and particulate P exhibited similar spatio-temporal distributions, but different pattern from those of PO_4-P. NH_4-N increased in 10–20 m from May to July, whereas the NO_3-N increased in the hypolimnion as season progressed. Sestonic C:N:P ratios suggested a terrible P deficiency in July and October when phytoplankton biomass increased.

Phosphate enrichment experiments showed that phytoplankton in the epilimnion was mostly limited with P for its growth. Phytoplankton g in control varied −0.05-0.08 d^{-1}, being always lower than those in +P (−0.04-0.44 d^{-1}) and/or +B (−0.04-0.49 d^{-1}) treatments except for November and December. In November, no growth was found even in +P treatment. This might be caused by nitrogen limitation because of <6 μM of NO_3-N in the epilimnion. The g of control was similar as that of +P and +B (ca. 0.1 d^{-1}) in December, indicating that P deficiency for phytoplankton growth was relaxed until December by vertical convection.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

We firstly determined completely vertical distributions of PO_4-P in north basin of Lake Biwa from spring to winter, and detected 20–40 nM of PO_4-P in the epilimnion. Phosphate enrichment experiments showed that 20 nM of PO_4-P might be critical concentration for phytoplankton growth in the lake. No phytoplankton growth even in +P treatment in November implied that nitrogen limitation for phytoplankton growth will be possible in Autumn. Further study for clarify this will be needed.

Keywords: Orthophosphate dynamics, Phosphorus limitation, Phytoplankton growth rate, Ion chromatography, Biogeochemical processes, Freshwater ecosystem



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

次世代シーケンサーを用いた琉球石灰岩帯水層中における微生物相解析
Microbial phase analysis in aquifer of Ryukyu Limestone Zone using next generation sequencer

*村尾 海[1]、安元 純[1]、安元 剛[3]、廣瀬 美奈[2]、水澤 奈々美[3]、井口 亮[4]、ラザフィンラベ バム[5]、渡邊 終五[3]
*Umi Murao[1], Jun Yasumoto[1], Yasumoto Ko[3], Mina Hirose[2], Nanami Mizusawa[3], Ryo Iguchi[4], Bam H.N. Razafindrabe[5], Syugo Watabe[3]

1. 琉球大学　農学部　地域農業工学科、2. トロピカルテクノプラス、3. 北里大学　海洋生命科学部、4. 国立研究開発法人産業技術総合研究所、5. 琉球大学　農学部　亜熱帯農林環境科学科
1. University of the Ryukyus, Faculty of Agriculuture Department of Regional Agricultural Engineering, 2. Tropical Tecnology Plus, 3. Kitasato University School of Marine Biosciences, 4. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 5. University of the Ryukyus, Faculty of Agriculuture Department of Subtropical Agro-Environmental Sciences

はじめに

きれいな水と衛生へのアクセス（持続可能な開発目標⑥）は，世界の重要な共通課題として認識されている．地下水は水道水源として用いられている地域も多いが，農業活動及び人や動物の排泄物由来の物質等による様々な汚染事例が報告されている．一方で，分子生物学的手法を用いた遺伝子解析技術が環境中に存在する微生物相解析に応用されている．近年では，次世代シーケンサーという最新の分析機器を使った手法が，主に，微生物を対象にして確立され，環境DNAなどの新たなモニタリング指標も開発されている．地下水中の微生物相は様々な環境因子や人間活動の影響によって変化することが考えられるがその実態は明らかにされていない．次世代シーケンサーは地下水中の微生物相を把握する上で非常に強力なツールであり，今後，微生物相は流域の水資源管理においても重要な指標となりうると考えられる．

本研究では，琉球石灰岩地域の地下水を対象に，次世代シーケンサーを用いた微生物相解析を行い，地下水中に生息する微生物種とそれらの共存関係を調べることを目的とした．

研究方法

2016年11月7日～11日沖縄県本島南部地域の慶座地下ダム流域17か所で調査を行い，そのうち10地点で地下水のサンプリングを行った．滅菌処理済み500mLガラス瓶で地下水を採水し，試料をフィルターろ過機（孔径0.2㎛）でろ過した．ろ過後フィルターを切り取り，滅菌した5mLのTE緩衝液が入った15mLチューブに浸漬したものをDNA抽出用試料とした．16S rDNAのV1-V3領域をPCRにより増幅し，MiSeq次世代シーケンサーに供した．MiSeqから出力されたFASTQファイルは，MacQIIME2を用いて配列のクオリティチェックとキメラチェックを行い，Operational taxonomic unit (OTU)を作成した．ソフトウェアRを用いて，低頻度出現OTUsの除外，サンプルの希釈化，リサンプリング，Tscoreの算出を行い，ネットワーク図を作成した．

結果・考察

次世代シーケンサーから出力されたデータをQIIME2によって解析した結果，調査地域の地下水中には属レベルで約350種の微生物が確認できた．湧水であるN-20地点を除き，門レベルでは*Proteobacteria*門が66-94%と大半を占めた．ほとんどの地点で*Cyanobacteria* 門が2-30%と次に多く，地点によって*Patescibacteria*門が5%ほど出現しており，地点によっては*Cyanobacteria* 門より多くみられる場合もあった．属レベルでは*Caulobacter*属が18-50%と非常に多くみられる他，*Sphingobium*属，*Bradyrhizobium*属，*Novosphingobium*属などが多くみられた．

共存関係に着目したネットワーク分析によると，他の種と同時に出現しやすい属レベルで40種ほどの微生物について3つのコミュニティに分類された．同じコミュニティに出現する微生物は共存関係にある傾向が高いと捉えることが出来る．コミュニティは大きく藍藻類，根粒菌，その他がメインとなるグループとみられる

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

が，共存関係に比重を置いたグラフになっているため，一概に種族分類ごとにコミュニティが分かれることはない．グラフによると上記に挙げたような優占種の多くがハブ種になっていると推測される．

キーワード：地下水、微生物叢解析、次世代シーケンサー
Keywords: groundwater, microbial community analysis, genetic analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Evaluation for temporal variation in groundwater inflow to the lagoons connected to Lake Biwa by radon (^{222}Rn) tracer analysis

*齋藤 光代[1]、小野寺 真一[2]、友澤 裕介[2]、Wang Kunyang[2]、伴 修平[3]、奥田 昇[4]
*Mitsuyo Saito[1], Shin-ichi Onodera[2], Yusuke Tomozawa[2], Kunyang Wang[2], Syuhei Ban[3], Noboru Okuda[4]

1. 岡山大学大学院環境生命科学研究科、2. 広島大学大学院総合科学研究科、3. 滋賀県立大学環境科学部、4. 総合地球環境学研究所
1. Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University, 2. Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University, 3. School of Environmental Sciences, The University of Shiga Prefecture, 4. Research Institute for Humanity and Nature

Primary production in freshwater lakes and reservoirs are usually controlled by phosphorus (P). Lacustrine groundwater discharge (LGD), direct discharge of subsurface water to lake, is regarded as a potential nutrient paths, including phosphorus from a catchment to lake water environment. There are more than 20 lagoons around Lake Biwa which were originally a part of the lake. These lagoons are regarded to have important functions as settling ponds of inflowing loads from the catchments to Lake Biwa, refuges for shallow water ecosystems and so on. Because these lagoons are connected to Lake Biwa, evaluation of nutrient budget is important for the nutrient cycle in the lake. Some researchers have pointed out the presence of LGD in littoral area of Lake Biwa. However, it has not been evaluated for the lagoons around the lake. In the present research, we aimed to evaluate the temporal variation in groundwater inflow to a lagoon connected to Lake Biwa by radon (^{222}Rn) tracer analysis.

The field campaigns were conducted in December 2017, August and October 2018 for the lagoons (Noda-Numa and Hasu-Ike) located on northeastern shore of Lake Biwa. The volume of inflow and outflow, water temperature, electric conductivity, chlorophyll-a and radon (^{222}Rn) concentration were measured in the lagoon. ^{222}Rn is a radioactive element of uranium (^{238}U) series with 3.8 day of half-life. ^{222}Rn is a useful tracer of groundwater discharge because it generally enriched in groundwater than surface water. To examine the temporal variation in groundwater inflow, the time-series ^{222}Rn concentration in water was obtained. Water samples were collected at the inlet, outlet and near the center of the lagoons and natural springs and groundwater wells around the lagoons. Water and ^{222}Rn balance suggest that groundwater inflow is larger in Noda-Numa than Hasu-Ike. The catchment topography may influence on this difference. ^{222}Rn balance-based residence time of lagoon water was estimated 10-20 days in Noda-Numa, and 4-5 days in Hasu-Ike, were similar with that based on water balance. These results suggest the groundwater inflow is a potential phosphorus path to Noda-Numa.

キーワード：地下水、内湖、琵琶湖、ラドン
Keywords: Groundwater inflow, Connected lagoons, Lake Biwa, Radon (222Rn)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

インドネシア沿岸地域における地下水のBr/Cl比特性
Br/Cl ratio characteristics of groundwater in coastal areas in Indonesia

*井岡 聖一郎[1]、小野寺 真一[2]、齋藤 光代[3]、Rusydi Anna[2,4]
*Seiichiro Ioka[1], Shin-ichi Onodera[2], Mitsuyo Saito[3], Anna Fadliah Rusydi[2,4]

1. 弘前大学、2. 広島大学、3. 岡山大学、4. Research Center for Geotechnology, Indonesian Institute of Sciences, Indonesia
1. Institute of Regional Innovation, Hirosaki University, Japan, 2. Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University, Japan, 3. Graduate School of Environmental and Life Sciences, Okayama University, Japan, 4. Research Center for Geotechnology, Indonesian Institute of Sciences, Indonesia

本研究は，インドネシア沿岸に位置する4地域の地下水のBr/Cl比特性を評価した。

キーワード：インドネシア、地下水、Br/Cl比、沿岸地域
Keywords: Indonesia, groundwater, Br/Cl ratio, coastal area

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimation of groundwater recharge and phosphorus transport under different precipitation conditions in a suburban catchment, using SWAT model

*王 崑陽[1,2]、小野寺 真一[1]、齋藤 光代[3]、奥田 昇[4]、大久保 卓也[5]
*Kunyang Wang[1,2], Shin-ichi Onodera[1], Mitsuyo Saito[3], Noboru Okuda[4], Takuya Okubo[5]

1. 広島大学、2. 首都師範大学、3. 岡山大学、4. 総合地球環境学研究所、5. 滋賀県立大学
1. Graduate School of Integrated Arts and Science, Hiroshima University, 2. Capital Normal University, 3. Okayama University, 4. Research Institute for Humanity and Nature, 5. University of the Shiga Prefecture

The quantification of the groundwater recharge and phosphorus transport in water is one of the most important indicators of the water cycle in lakes because these processes are related to the transport of large nutrient loads. The Yasu River is one of the important water sources of the Biwa Lake. In this paper, Geographic Information System technology is used to analyze and predict the land use change in the Yasu River Basin. The water balance was simulated using the Soil and Water Assessment Tool. Simulations of different years in different precipitation seasons were carried out. The correlation coefficient and the Nash Sutcliffe coefficient are higher than the reference values. The sensitivity analysis of the parameters reveals the different degrees of sensitivity of the parameters in different water seasons, CN2 always has a high sensitivity during all kinds of water season. The total groundwater recharge and discharge are 180 million m^3 and 179 million m^3 in the normal precipitation season, respectively. The trends differ in the dry and wet seasons. In the dry season of 2007, the groundwater recharge was below 140 million m^3, while it exceeded 240 million m^3 in the rainy season in 2003. In addition, the process of phosphorus loss in the basin and release into Lake Biwa are explained from the perspective of space and time. This is closely related to the spatial distribution of the main channel and the time distribution of precipitation. The total amount of nonpoint source pollution of phosphorus in three years is equivalent to 4.08 kg/ha of paddy fields in the watershed. The spatial distribution of phosphorus loss is related to the stream flow, it is mainly concentrated in the area with paddy fields and urban. The time distribution is related to the distribution of the precipitation. With increasing precipitation, the nonpoint source pollution of phosphorus slightly increases. This is due to the driving effect of precipitation on the phosphorus transfer and erosion of soil.

キーワード：リン輸送、地下水涵養、異なる降水条件、SWATモデル
Keywords: Phosphorus transport, Groundwater recharge, Different precipitation conditions, SWAT model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Losses of phosphorus with soil erosion and nitrate with groundwater recharge in an agricultural catchment, subtropical small island

*小野寺 真一[1]、齋藤 光代[2]、曹 陽[1]、Anna Rusydi[1]、大前 英[3]、飯泉 佳子[4]、友澤 裕介[1]
*Shin-ichi Onodera[1], Mitsuyo Saito[2], Yang Cao[1], Anna Fadliah Rusydi[1], Hide Omae[3], Yoshiko Iizumi[4], Yusuke Tomozawa[1]

1. 広島大学大学院総合科学研究科、2. 岡山大学、3. 国際農林水産業研究センター熱帯・島嶼研究拠点、4. 国際農林水産業研究センター
1. Graduate School of Integrated and Arts Sciences, Hiroshima University, 2. Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University, 3. JIRCAS TARF, 4. JIRCAS HQ

In tropical and subtropical region, the rainfall intensity is strong and soil erosion in an agricultural land is one of big environmental issues. Especially, the impact of large sediment discharge on the coral reef is serious around small islands, such as Okinawa and Philippines. In case of Okinawa Prefecture, to reduce the sediment discharge and conserve corals, many sediment trap ponds are constructed in a downstream area of agricultural lands. However, sediment deposition rate, variation of trap effect, and component of sediment in a pond have not been confirmed.

To estimate of erosion rate and deposition process of a small pond in an agricultural catchment of a subtropical small island, we examine to observe the sediment deposition in a small pond and monitor water level and chlorophyll a in a pond and runoff and turbidity of an inflow stream in a small catchment with the area of 300m2 in Ishigaki Island, Okinawa Prefecture, Subtropical region. Our monitoring was started from February 2017 after removing all sediment in a pond in January, and up to April 2018. Observation of sediment deposition was conducted with collecting the samples at 5 sites in June 2017 and January 2018. Inflow and outflow water samples were collected every one month.
The sediment deposition was extremely large from January to May 2017, the average erosion rate in all catchment area was estimated to be 6mm. On the other hand, the sediment deposition was nothing from June 2017 to January 2018. Based on the monitoring of stream runoff and turbidity, one big storm event in April with strong intensity mainly contributes to sediment discharge and overflow of the pond occurred. On the other hand, the later period had also big events. This difference is suggested to be the difference of land cover by crops and availability of sediment trap in this pond. In addition, the sediment component mainly was composed of surface soft layer, subsurface sandy layer, and bottom gravel layer. The average thickness was 2cm in surface layer, 100cm in mid sandy layer, and 10cm in gravel layer, respectively. Especially, the surface soft layer had high nutrient content. The dissolved nutrient of inflow stream water and pond water were high concentration. But the 10% of nutrient in the inflow decreased in pond. This means the plankton was produced, using this nutrient and that was deposited later. The soft layer is suggested to be effect of organic fertilizer, it is expected to apply to agricultural lands.

キーワード：リン、地下水、硝酸性窒素
Keywords: Phosphorus, groundwater, nitrate

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Phosphate solubilizing bacteria as an indicator of sediment phosphorus in freshwater lakes

*Sreekumari Kurissery[1], Katelynn Crawford[1], Nandakumar Kanavillil[1]

1. Lakehead University, Canada

It has been well documented that phosphorus pollution is one of the most significant factors impeding the overall health of freshwater lakes. Various measures are being taken to reduce phosphorus input into the lakes by anthropogenic activities and thus to maintain a healthy ecosystem. However, it is well known that bioavailable phosphorus tends to bind with substances such as ferric iron and calcium present in the water, become insoluble, and settles into the sediments. The presentstudy has been carried out to understand the relationship between the sediment phosphorus concentration and density of phosphate solubilizing bacteria (PSB) in two lakes in Ontario, Canada, namely, Lake Simcoe and Sparrow Lake. In September 2017, 20cm sediment cores were collected from the nearshore sites of these two lakes to determine the presence of PSB in relation to the sediment phosphorus concentration. PSB could potentially release phosphorus back into the water column through a process called internal phosphorus loading from the inorganic phosphates in the sediment when the right conditions are present. PSB were isolated from the sediment cores at 5 cm intervals by plating on to Pikovskaya’ s agar. Five grams of sediment was used to analyze total reactive phosphorus in the sediment. In Lake Simcoe, PSB ranged from $3x10^1$ to $1.1x10^1$ cfu/g, and the amount of total reactive phosphorus ranged from 0.19 to 0.46 mg/g. In Sparrow Lake, PSB ranged from $4x10^0$ to $3x10^1$ cfu/g and the amount of total reactive phosphorus ranged from 0.21 to 0.39 mg/g. A linear regression was completed to determine the relationship between total reactive phosphorus and PSB for each core. The results showed a negative relationship between these two tested parameters (Lake Simcoe: r^2=0.23, $y = -35.34x + 30.811$ p=0.5206, and Sparrow Lake: r^2 =0.87, $y = -155.9x + 62.322$, p=0.067). While PSB density decreased with core depth, the concentration of reactive phosphorus increased. This indicates that the density of PSB in lake sediment may indicate the concentration of total reactive phosphorus and thus the internal phosphorus loading. More study is recommended to confirm the results.

Keywords: Phosphate Solubilizing Bacteria, Freshwater Lakes , Sediment Phosphorus , Canada

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

琉球石灰岩地域における土壌・地下水中の各種リン酸塩の動態に関する研究

A Study on the dynamics of various phosphate forms in soil and groundwater in Ryukyu limestone regions

*野崎 真司[1]、安元 純[2]、安元 剛[3]、廣瀬 美奈[4]、飯島 真理子[3]、新城 竜一[5]、ラザフィンラベ バム[6]
*Masashi Nozaki[1], Jun Yasumoto[2], Yasumoto Ko[3], Hirose Mina[4], Iijima Mariko[3], Ryuichi Shinjo[5], Bam H.N. Razafindrabe[6]

1. 琉球大学大学院　農学研究科　亜熱帯農学専攻、2. 琉球大学　農学部　地域農業工学科、3. 北里大学　海洋生命科学部、4. 一般社団法人　トロピカルテクノプラス、5. 琉球大学　理学部　物質地球科学科、6. 琉球大学　農学部　亜熱帯農林環境科学科
1. University of The Ryukyus, Graduate School of Agriculture,, 2. University of the Ryukyus, Faculty of Agriculture, Department of Regional Agricultural Engineering, 3. Kitasato University School of Marine Biosciences, 4. Tropical Technology Plus, 5. Department of Physics and Earth Sciences, University of the Ryukyus, 6. University of the Ryukyus, Faculty of Agriculture, Department of Subtropical Agro-Environmental Sciences

水環境中でのリンは，溶存態，粒子状，有機態，無機態など様々な形態・サイズで存在しているが，地下水環境中では不明な点が多い．本研究では，従来リン酸塩の分析に使われてきたリブデンブルー法に加えて，誘導結合プラズマ発光分析（ICP-AES）や^{31}P核磁気共鳴分光法（^{31}P-NMR）を組み合わせることにより，琉球石灰岩地域における土壌・地下水中の各種リン酸塩の動態の把握を試みた．

琉球石灰岩が分布する沖縄本島南部地域を調査地域とし，2017年8月～2018年8月にかけて月1回の頻度で定期地下水調査を実施した．現地測定項目として，pH，電気伝導度，酸化還元電位，溶存酸素，アルカリ度を選定した．室内分析項目として，主要イオン，地下水中の浮遊懸濁物質（SS），各種リン酸塩を選定した．各種リン酸塩の分析には比色法リン（Col-P），ICPリン（ICP-P），全リン（T-P）を選定し，形態分析には核磁気共鳴装置（^{31}P-NMR）を用いた．

地下水中の溶存態リンの空間分布を確認するため，Col-PとICP-P を比較したところ，Col-PよりICP-Pが1.06～49.24倍高くなった．分析方法の違いから，ICP-Pはフィルターを通過した微小な粒子状リンや有機態リンも測定していると推測され，地下水中の溶存態リンには，オルトリン酸以外の形態のリン酸塩の存在量が多い事が示唆された．SSとT-PとICP-Pの差から求めた粒子状リン（P-P）との相関関係を確認したところ，両者の間に強い正の相関（相関係数：0.78）が確認された．SSにはオルトリン酸をはじめ多様な形態のリン酸塩が吸着しているものと考えられる．調査期間中における地下水中の溶存態リン（Col-P，ICP-P）の季節変動特性を把握する目的で，全測定項目との相関係数を求めたところ，Col-Pと水温との間には高い負の相関関係が存在していることが明らかとなった．Col-Pの経時変化に着目すると，地下水の水温が上昇に伴い濃度の減少がみられ，水温の下降に伴い濃度が上昇する傾向がみられた．^{31}P-NMRを用いた土壌及びSSのリン酸塩の形態別分析では，オルトリン酸のほかに，ピロリン酸や，ピロリン酸エステル，オルトリン酸モノエステルなどの存在を確認する事が出来た．確認されたオルトリン酸以外の重合態や有機態のリン酸塩は，植物由来や，微生物活性による合成や有機態リンの微生物による分解が起源だと推察される．

キーワード：リン、31P核磁気共鳴装置、地下水
Keywords: Phosphorus, 31P-NMR, Groundwater

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Impacts of highly concentrated turbid water on the groundwater in the Tedori River alluvial fan, Japan

*藤原 洋一[1]、長野 峻介[1]、高瀬 恵次[1]、一恩 英二[1]
*Yoichi Fujihara[1], Shunsuke Chono[1], Keiji Takase[1], Eiji Ichion[1]

1. 石川県立大学生物資源環境学部
1. Department of Environmental Science, Ishikawa Prefectural University

The Tedori River alluvial fan in the Ishikawa prefecture is a representative alluvial fan in the Hokuriku region in Japan. The river water is taken by a headworks located at the top of the alluvial fan and is used for irrigation in paddy fields with a total area of about 7,500 ha. Seepages from the riverbed and percolations from the paddy area are the main sources of groundwater in the Tedori River alluvial fan. In 2015, large-scale landslides in the upper reaches of the Tedori River caused a long period of high turbidity in the river. Highly concentrated turbid water with an average concentration of 585 mg/L (a maximum of 4,012 mg/L) has been discharged continuously into the river since May, 2015. This turbidity has caused concerns about the recharge functions of groundwater in the alluvial fan.

In this study, the measurements of paddy percolations and riverbed seepages, before and after the occurrence of high turbidity, were used to examine the influence of these phenomena on groundwater recharge functions in the alluvial fan. We measured water requirement rates in the paddy area in the Tedori River alluvial fan. The measurements were conducted before and after the midsummer-drainage period at >100 paddy fields. We also measured the river discharges in the cross-sections of the river throughout the alluvial fan. The number of cross-sections was 16 and we estimated the riverbed seepages by calculating the discharge differences between the cross-sections.

The results revealed that the amount of paddy percolation decreased significantly due to the turbidity of the river water. The average percolation in the paddy area was found to be 12.4 mm/day in 2014 and 7.9 mm/day in 2016 before the midsummer-drainage period. Moreover, the average percolation in the paddy was found to be 19.6 mm/day in 2014 and 13.7 mm/day in 2016 after the midsummer-drainage period. The volume of the riverbed seepage was observed to have reduced and the seepage section were also observed to have shortened. The observed seepages from the river bed were 4.72 m3/s in 2009 and 3.33 m3/s in 2016 for the irrigation period, whereas for the non-irrigation period, these values were 5.92 m3/s in 2009 and 1.25 m3/s in 2016. Furthermore, the seepage section was found to shorten from 14.2 km to 8.0 km, due to the high turbidity of the water.

Finally, we estimated the amount of groundwater recharge based on these measurements, which revealed that the groundwater recharge from paddy percolation decreased by 270 mm/year (36%), and the recharge from riverbed decreased by 591 mm/year (61%). The total groundwater recharge decreased by 861 mm/year (36%), a value that corresponded to the groundwater level measurements. From these results, we can conclude that the effects of highly concentrated turbid water on the groundwater are quite serious in the Tedori River alluvial fan.

キーワード：地下水、水田浸透量、河川浸透量
Keywords: groundwater, paddy percolation, riverbed seepage

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

源流域における水安定同位体比の高度効果とその平野地下水に対する寄与域の推定～琵琶湖における東西流域の比較～

Altitude effect of water stable isotopic ratio of ravine water and its contribution to groundwater in alluvial plains - Comparison in east and west side catchments of Lake Biwa –

*友澤 裕介[1]、王 崑陽[1]、齋藤 光代[2]、伴 修平[3]、奥田 昇[4]、小野寺 真一[1]
*Yusuke Tomozawa[1], Kunyang Wang[1], Mitsuyo Saito[2], Syuhei Ban[3], Noboru Okuda[4], Shin-ichi Onodera[1]

1. 広島大学大学院総合科学研究科、2. 岡山大学大学院環境生命科学研究科、3. 滋賀県立大学環境科学部、4. 総合地球環境学研究所
1. Graduate School of Integrated Arts and Sciences Hiroshima University, 2. Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University, 3. School of Environmental Science, The University of Shiga Prefecture, 4. Research Institute for Humanity and Nature

流域の水の流動を把握するにあたり，同位体比はトレーサーとして有用である。降水中の水安定同位体比には高度効果などの特性が知られており，それは季節変動と地域性がある。少流域における地下水涵養域を推定するにあたっては，より詳細な高度効果を把握するこが重要となってくる。

本研究では、琵琶湖の東西流域の地下水及び栄養塩類の流動を把握するにあたり、源流域における沢水の水安定同位体比の高度効果の確認を行い，地下水涵養標高の推定を行った。

琵琶湖東側にある芹川上流域の採水は2017年7月，2017年12月，2018年8月に実施した。琵琶湖西側にある安曇川・鵜川上流域の採水は2018年8月に実施した。

結果，東西ともに地下水は表流水より値が低く，かつ沢水には高度効果が確認でき，上流の水が地下水に寄与していると推定できた。酸素安定同位体比の高度効果は，東側：0.15～0.13‰/100m，西側：0.15‰/100m（安曇川上流域のみ）であった。また，既往研究の降水のd値は冬季27‰，夏季16‰であるのに対し，2018年8月採水の安曇川上流域平均値は23‰，鵜川は18‰，芹川は20‰であり，各河川流域の特徴を示していると考えられる。

これらを元に，地下水の涵養標高及び上流域の水の寄与率の推定を行った。

キーワード：安定同位体比、高度効果、地下水涵養
Keywords: stable isotope, altitude effect, groundwater recharge

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

流域土地利用モデルによる全国の河川TNおよびTP濃度係数の算出.
Calculation of TN and TP concentration coefficients of river water for each land use by a simple watershed model.

*吉川 省子[1]、馬 東来[1,4]、齋藤 忠将[1,5]、松森 堅治[2]、伊藤 優子[3]、小林 政広[3]
*Seiko Yoshikawa[1], Donglai Ma[1,4], Tadamasa Saito[1,5], Kenji Matsumori[2], Yuko Itoh[3], Masahiro Kobayashi[3]

1. 農業・食品産業技術総合研究機構　農業環境変動研究センター、2. 農業・食品産業技術総合研究機構　西日本農業研究センター、3. 森林研究・整備機構　森林総合研究所、4. 筑波大学大学院、5. 茨城大学農学部
1. Institute for Agro-environmental Sciences, National Agriculture and Food Research Organization, 2. Western Region Agricultural Research Center, National Agriculture and Food Research Organization, 3. Forestry and Forest Products Research Institute, 4. Graduate school,Tsukuba University, 5. Faculty of Agriculture, Ibaraki University

水田や畑からの窒素やリン等の肥料成分流出による河川の水質悪化が問題となっている。また近年、降雨の気候変動に起因する降雨の激化や局所化による流量や土砂流出量の増大により、肥料成分流出量が増加することも懸念されている。豪雨災害による肥料成分が多く流出する場所や程度を予測することは困難であるが、まず、近年の平均的な窒素、リンの流出程度を把握し、それに基づき、雨の降り方が変わった場合のそれらの増減を予測する方法が合理的であると考えられる。栄養塩流出は、土地利用、植生、保全策、立地条件、降水などの気象条件等により左右される。なかでも、平水年では土地利用の影響が大きいと予想される。ここでは、今後の窒素、リン等肥料成分の流出激化の予測に資するために、全国の河川流域を対象に、土地利用毎の水系へのＴＮ，ＴＰの負荷強度を示す濃度係数を、簡易な流域土地利用モデルにより算出する。公開されているDEM(国土地理院、10B、ラスターデータ)、および高解像度土地利用土地被覆図（JAXA、ALOS AVNIR-2、10mメッシュデータ）を用いて、公共用水域測定地点を下端とする流域と、その流域の土地利用（水田、畑、森林、市街地）面積割合を求めた。一方、環境省の公共用水域測定地点データについて、2000~2009年の10年間の測定データの揃っている地点についてTNまたはTP濃度の算術平均値を求めた。そして流域ごとの土地利用比率を説明変数、流域ごとのTNまたはTP濃度を目的変数とする以下の重回帰式により、各土地利用の負荷強度の指標となる濃度係数を算出した。

$$C = a_1 \quad x_1 + a_2 \quad x_2 + a_3 \quad x_3 + a_4 \quad x_4$$

Cは河川TNまたはTP濃度　a_iは土地利用iのTNまたはTP濃度係数　x_iは土地利用iの面積率
土地利用 i は1;水田、2;畑、3;森林、4:市街地

全国の流域を対象とした解析では、TN濃度係数は、水田、畑、森林、市街地で、1.67 (下限95%値 1.34～上限95% 値 2.01), 4.08 (3.64～4.51)、 0.76 (0.67～0.90)、 3.57 (3.38～3.76) (n=3256)であった。TP濃度係数は、同様に、0.146（下限95%値0.119～上限95%値 0.172）、0.172（0.138～0.206）、0.044（0.033~0.055)、0.267（0.253～0.282）(n=3256)であった。県単位の水田、畑のTNおよびTP濃度係数は、県単位の農地の余剰Nや余剰P（三島ら、2009）とわずかに関係性があったのに対して、県単位の林、市街地のTNおよびTP濃度係数は県の人口密度と対数関数（決定係数R^2　0.45～0.48）で回帰された。

キーワード：流域土地利用モデル、TN、TP、濃度係数
Keywords: watershed land-use model, TN, TP, concentration coefficient

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Possibility of nutrients transportation from littoral slope for enhancement of phytoplankton growth in north basin of Lake Biwa

*伴 修平[1]、易 容[1]、 鑫[1]、丸尾 雅啓[1]、須戸 幹[1]、後藤 直成[1]、村瀬 潤[2]
*Syuhei Ban[1], Rong YI[1], Xin Liu[1], Masahiro Maruo[1], Miki Sudo[1], Naoshige Goto[1], Jun Murase[2]

1. 公立大学法人　滋賀県立大学、2. 名古屋大学
1. The University of Shiga Prefecture, 2. Nagoya University

Nutrient loading from non-point source in a lake ecosystem has not been well recognized yet. In Lake Biwa, total phosphorus (TP) does not decline to the level before eutrophication period, 1960s to 1970s, despite of decreasing the loading from point sources surrounding the lake after that. One of the reasons for no well lowering TP in the lake is attributed to agricultural runoff, in which suspended materials including phosphorus would be deposited to the littoral bottom. In our previous study, subsurface maximum of ammonium as a proxy of dissolved materials from anaerobic interstitial waters in the littoral bottom sediments was found along a transect from littoral to pelagic regions, implying horizontal transportation of nutrients from littoral sediments. There were no such evidences of soluble reactive phosphorus (SRP) yet due to always below the detection limit in the pelagic waters. Recently, we developed modified protocol using an ion chromatography for measuring orthophosphate concentration at nano-molar levels. In this presentation, we’ d like to provide several evidences for horizontal transportation of dissolved nutrients including orthophosphate along a transect from littoral to pelagic sites in north basin of Lake Biwa.

Total of the 6 times transect surveys for determining vertical profiles of nutrients, methane and herbicides were made in 2010-2011. Additional two transect surveys for determining those of nutrients including orthophosphate were made in 16 May and 25 July of 2018. During the 2010-2011 campaigns, *in situ* phytoplankton primary production was measured during the stagnation period using light intensity and chlorophyll *a*concentration monitored by sensors attached to a mooring buoy situated at an offshore station in north basin of Lake Biwa and an equation of photosynthesis - light intensity (P-I) curve.

In 2010-2011 campaigns, we detected sub-surface maximum layer, 20-30 m, of ammonium and methane as a proxy of dissolved materials transported from interstitial water in the sediment of littoral slope. Herbicides, which were used in rice paddy during the rice planting and proxy of materials transported from terrestrial environments surrounding the lake, were also detected in 20-30 m even at the offshore regions in the lake. Primary production monitoring suggested that phytoplankton production depended on some environmental variables other than solar irradiance, e.g. nutrients, until summer months. These results suggested that nutrients for enhancing algal growth might be horizontally transported from sediment in the littoral slope, and that the source of the nutrients might be provided from the drainage of rice paddy.

In 2018 campaigns, sub-surface maximum of ammonium was clearly found along a transect from littoral to pelagic sites in both May and July, but no such sub-surface maximum of orthophosphate was found. Several reasons for failure to find sub-surface maximum of orthophosphate might be proposed. Phosphate would be used by both phytoplankton and bacteria, while ammonium would be used by phytoplankton alone in the euphotic layer. In phosphate limited environment, such as pelagic areas in north basin of Lake Biwa, sub-surface maximum could not be easily detected due to rapid absorption by both phytoplankton and bacteria. Or, a transportation of nutrients from the littoral sloop would sporadically

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

occur, and then we simply missed to detect it. This is on-going research project, and then further studies will be conducted to clarify this issue.

キーワード：水平栄養塩輸送、面源汚濁負荷、農業排水、琵琶湖
Keywords: Horizontal nutrient transportation, non-point source loading, agricultural runoff, Lake Biwa

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

SWAT model analysis for confirming the effects of crop growth on the suspended sediment concentration from a settling basin catchment on Ishigaki island

*Yang Cao[1], Shin-ichi Onodera[1], Mitsuyo Saito[2], Hide Omae[3], Yoshiko Iizumi[3]

1. Graduate School of Integrate Arts and Sciences, Hiroshima University, 2. Graduate School of Environmental and life Science, Okayama University, 3. Tropical Agriculture Research Front (TARF), Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS)

Crop growth has a significant effect on soil erosion in small watersheds. Exploring the characteristics and occurrences of soil erosion in small watersheds assists in our understanding of the water and material cycles in agricultural areas. The small catchment on the tropical island of Ishigaki, Japan, was chosen as the research area. The effects of sugarcane growth at different stages on the suspended sediment concentration in the basin from January 2017 to July 2018 were analyzed based on the Soil and Water Assessment Tool (SWAT) model. This study will explore the possible driving factors of these phenomena. The results show that the suspended sediment concentration in the basin reached its highest value on a rainy day near the sugarcane planting period because of the soil relaxation caused by tillage and cultivation. At the end of the sugarcane growth period, the sediment concentration was not at a high level when the rainfall reached 150 mm, because of the effective protection of the soil by sugarcane. The simulated sediment concentration of precipitation per mm showed that the simulated sediment concentration was at its highest during the crop planting period, followed by the period of bare land, and at the lowest during the crop growth period.

Keywords: SWAT model, Small catchment, Sugarcane, Sediment, Ishigaki

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

熊本県菊池川流域におけるSWATモデルを用いた水・土砂・栄養塩流出量の推定と森林の影響

Estimating the runoff of water, sediment, and nutrient using SWAT model in Kikuchi-river watershed, Kumamoto, and the influence of the forest

*藤井 創一朗[1]、金森 匡彦[1]、永野 裕子[1]、木下 牧[2]、清水 裕太[3]、小野寺 真一[4]
*Soichiro Fujii[1], Masahiko Kanamori[1], Yuko Nagano[1], Maki Kinoshita[2], Yuta Shimizu[3], Shin-ichi Onodera[4]

1.（一社）日本森林技術協会、2. 株式会社　パスコ、3. 国立研究開発法人　農業・食品産業技術総合研究機構　西日本農業研究センター、4. 広島大学大学院総合科学研究科
1. Japan Forest Technology Association, 2. PASCO Corporation, 3. Western Region Agricultural Research Center, National Agriculture and Food Research Organization, 4. Graduate School of Integrated and Arts Sciences, Hiroshima University

近年、有明海をはじめとした閉鎖性海域における富栄養化によって、海産物生産量が打撃を受けるなど深刻な問題となっている。有明海のような閉鎖性海域は河川から流入する水の水質に強く影響を受けると考えられるため、陸域からの排水による負荷がどれくらいか推定することは重要である。しかし、陸域からの排水については、原単位法などによる簡易的な推定によって評価されていることが多く、土地利用による違いや、月単位・日単位での情報は提供されていない。また、陸域における土地利用の中でも特に森林においては、河川水質にもたらすポジティブな影響（いわゆる緑のダム効果）に注目が集まっており、海域の環境改善に重要な役割を持つと想定されている。しかし、こうした森林の影響についてはまだ十分な知見が集まっておらず、特に流域レベルでの解析はほとんど行われていない。そこで、本研究では、有明海に注ぐ流域のうち3番目に大きな流域面積（996km2）を持つ菊池川流域をモデル流域として、SWAT（Soil and Water Assessment Tool）モデルを用いて水・土砂・栄養塩の流出を再現し、陸域からの排水についてより詳細な情報を提供するとともに、河川水質にもたらす森林の影響を推定することを目的とする。

モデルの構築では、菊池川の下流部にある菰田観測所を最下流地点として設定し、それより上流を対象地とした。なお、本流域の半数以上は森林に覆われている。モデル構築に必要なデータとして、土地利用データ、土壌データ、気候データ、30mメッシュDEMデータを収集した。また、モデルのキャリブレーション（調整）・バリデーション（検証）用に、2008年～2016年までの河川日流量、土砂・栄養塩測定データを国交省水文水質データベースおよび国交省九州局において公開されているデータを収集した。さらに、2016年～2017年に菰田において出水時にサンプルを採取し、土砂・窒素・リンの重量を測定した。これらの実測データからモデルのパラメータを調整し、モデルの精度はNash-Sutcliffe indexなど3つの指標から評価した。

構築したモデルは、水・土砂・窒素・リンすべてにおいて満足できる精度で再現されていた。これによって、モデルを構築した2008年から2017年までの1日ごとの水・土砂・窒素・リンの流出量を推定することが可能となった。土地利用別に流出量を比較すると、森林からの水の流出割合は、流域の森林率とほぼ同程度（50~60%）であるのに対し、土砂および窒素・リンでは森林由来の流出量は１～2割程度と少ない傾向にあることがわかった。このことから、森林は土砂・栄養塩濃度の少ない水を供給する機能をもつことが示唆された。このように、SWATモデルを用いて流出を再現することで、陸域からの排水についてより詳細な情報を提供するとともに、河川水質にもたらす森林の影響を推定する上で有益であることがわかった。

【謝辞】本研究は、林野庁委託事業「山地保全調査（水源森林保全調査・有明海等の閉鎖性海域と森林に関する調査）」（平成29年度および30年度）の成果を元に実施したものである。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：SWATモデル、流出量推定
Keywords: SWAT model, Runoff estimation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Atmospheric depositions on forest ecosystems in areas along the Sea of Japan

*伊藤 優子[1]、高瀬 恵次[2]、藤原 洋一[2]、岡本 透[1]
*Yuko Itoh[1], Keiji Takase[2], Yoichi Fujihara[2], Toru Okamoto[1]

1. 国立研究開発法人　森林総合研究所、2. 石川県立大学
1. Forestry and Forest Products Research Institute, Japan, 2. Ishikawa Prefectural University

In recent years, concerns about the effects of excess-nitrogen usage by human activities on terrestrial environment, including forest ecosystems, have been increasing at a global scale. The phenomenon of high-nitrate efflux from several forest watersheds has already been reported in the surroundings of metropolitan areas in Japan. Furthermore, concerns regarding the effects of transboundary air pollution on areas along the Sea of Japan with expanding economic activities have been increasing in Asian countries. However, on-site monitoring throughout the year is difficult in most of these areas because of heavy snow, especially in the mountainous area. Therefore, the behaviors of elements within forest ecosystems throughout a year have primarily not yet been elucidated in this district. This study was conducted to determine the influxes and effluxes of elements in this heavy snowy region and to understand the contribution of transboundary air pollution to the quantity of atmospheric deposition. We also carried out rainfall and stream water investigations from the headwater area to the lower stream area in the Tedori River Basin and an inland mountainous area to understand the geographical distribution of the actual conditions of elements' influxes and effluxes in this region. We started monitoring the major and minor elements in a small forested watershed in the middle part of the Tedori River Basin, Ishikawa prefecture, Japan, in 2013. In this study site, we observed a large amount of precipitation throughout the year. Regarding the annual snowfall amount, there were extensive variations among the years. Seasonal fluctuations were observed in the influx of atmospheric deposition; in particular, the distribution of most of the elements increased during winter. The annual deposition average of inorganic nitrogen (NH_4-N + NO_3-N) in this site was 15.8 kg ha^{-1}. The contribution of winter season deposition to the annual inputs was high. The influx of nitrogen by bulk precipitation during winter season was 2.3 times that of summer, and that of sulfur sulfate was 3.7 times. The nitrogen influx quantity was similar to or more than that reported in nitrogen-saturated forested areas of the Kanto district. Therefore, similar to that in the Kanto district, higher nitrogen deposition loads from the atmosphere could also be influenced on the effect of nitrogen dynamics and the increase in nitrogen efflux at these forest watersheds. However, the efflux concentrations of most of the dissolved elements in stream water did not show clear seasonal fluctuations. Stream water nitrate concentration was stable and low. In addition to the seasonal fluctuation of nitrogen and sulfur, the ratios among some trace elements, which are anthropogenic substances (Pb, V, As, etc.), and sea salts and yellow sand could be useful indicators to elucidate the contribution of transboundary air pollution to these regions. We compared the element inputs associated with precipitation during the non-snowy season (July–November) at six locations in the Tedori River Basin and one location in the inland area. The inorganic nitrogen and sulfuric acid sulfur influxes were the largest at the middle reaches of the Tedori River Basin. The inflow amount of inorganic nitrogen and sulfuric acid sulfur at two points in the mountainous area was approximately half or less than that at the middle region and was approximately the same as the inflow amount at the inland mountainous area. Furthermore, we investigated stream water, spring water, and ground water samples from the headwater area to the lower stream area in the Tedori River Basin. The nitrate concentrations in all the samples ranged from 0.00 to 2.93 mgL^{-1} (median value: 0.69 mgL^{-1}). In contrast, the nitrate concentrations of stream water in the Tsukuba experimental forest watershed, which has been reported as a

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

nitrogen-saturated forested area of the Kanto district, were much higher (average value: 7.56 mgL^{-1}) than those in the Tedori River Basin. Compared with the influx, the efflux concentrations of nitrate in the water samples were generally very low around this basin. Therefore, higher nitrogen depositions have not yet distinctly influenced the nitrate concentrations of stream water in this area. To elucidate the influence of transboundary air pollutant influx on the entire Tedori River Basin, it is necessary to evaluate the inflow amount during the snowy season in the mountainous area. Therefore, it is important to establish a method that can be used to observe the influx and efflux of elements throughout the year even in mountainous areas with heavy snow.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Continuous and simultaneous flux measurement of N_2O and CO_2 from agricultural soil using a portable multi-turn time-of-flight mass spectrometer

*中山 典子[1]、岩井 祐介[1]、当真 要[2]、古谷 浩志[1]、波多野 隆介[3]、豊田 岐聡[1]
*Noriko Nakayama[1], Yusuke Iwai[1], Yo Toma[2], Hiroshi Furutani[1], Ryusuke Hatano[3], Michisato Toyoda[1]

1. 大阪大学、2. 愛媛大学、3. 北海道大学
1. Osaka University, 2. Ehime University, 3. Hokkaido University

Agricultural soil is one of the important sources/sinks of greenhouse gases such as N_2O, CO_2, and CH_4. The formation and consumption of such greenhouse gases in agricultural soils are dependent on not only the chemical and biological properties of the soil, but also their variations. Hence continuous monitoring of such greenhouse gases as tracer gases are quite useful to track chemical and biological processes and variations of soil properties.

In this paper, we describe a new field-deployable gas flux measurement system for the continuous monitoring of multiple agricultural soil gases (N_2O, CO_2, and CH_4) using a high resolution multi-turn time-of-flight mass spectrometer (MULTUM) combined with an automated flux chamber system. The new system measured the soil gases every 2.5 min with the precisions of ~6% for N_2O, CH_4, and 2% or better for CO_2 and O_2 at atmospheric concentrations with one relative standard deviation (RSD) for n = 10.

To demonstrate the utility of the continuous multi-gas flux measurement system, we conducted a field study at the Ehime University farm (Ehime, Japan) from September 3rd to 8th, 2018. In the field study, an automated flux chamber was placed in the agricultural field and the soil gas concentrations in the chamber were continuously monitored by the MULTUM system. Soil temperature/moisture sensor were also monitored at the depth of 7.5 cm underground in addition to a weather information (wind speed, precipitation, solar radiation). The continuous measurement had been continued with operators almost unattended except for a daily system check.

For one flux measurement (20 min), eight gas samples were taken every 2.5 min with the flux chamber closed. Gas flux of N_2O and CO_2 had been carried out by applying linear regression to the eight gas measurements. We found that a significant correlation of N_2O flux with soil electrical conductivity and water content, although no significant correlation of CO_2 flux to soil electrical conductivity was observed. Significant and rapid decreases in N_2O and CO_2 flux during rainfall events were also observed. Our preliminary result shows that high time-resolution flux data obtained by MULTUM system is quite useful for tracking the variation in soil properties and biological processes and their activity in soil environment.

キーワード：オンサイト質量分析法、マルチターン飛行時間型質量分析計、大気土壌間ガスフラックス
Keywords: on-site mass spectorometry, MULTUM, soil-to-atmospher gas flux

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Effects of introduction of cyclic irrigation system on mass balances of SS and T-P in Lake Inbanuma, Chiba, Japan

*久保田 富次郎[1]
*Tomijiro Kubota[1]

1. 国立研究開発法人　農業・食品産業技術総合研究機構　農村工学研究部門
1. National Agriculture and Food Research Organization, Institute for Rural Engineering

Introduction

The introduction of cyclic irrigation has been advanced since 2010 in the Lake Inbanuma as part of the update project of the irrigation facilities. In the present study, mass balances of SS and T-P were examined before and after the introduction of the cyclic irrigation.

Materials and methods

The irrigation block where the cyclic irrigation began in 2015 was selected as the investigation site, and the investigation was executed to the irrigation period in 2014 and 2015. The hydrological and water quality investigation was executed at ① division works of irrigation canal and ② drainage pumping station. Water samples were taken at the two points and the TOC, SS, TN, NO3-N, NO2-N, NH4-N, TP, and PO4-P were analyzed in the regular investigation executed about once a month. Besides regular investigation, water samples were taken once a day (8:00AM or noon) by the automatic water sampler and SS and T-P were analysed. The turbidity and water level were measured every ten minutes by using data loggers at same sites. The turbidity data were converted into the concentration of SS and TP by using the regression curve. The quantity of water intaken from the lake and drainage to the lake were obtained from the records of the facility manager.

Result and discussion

The inflow and outflow loads and the balance were calculated before and after the introduction of the cyclic irrigation. In 2014, before the start of cyclic irrigation, both the outflow loads of SS and T-P were small to compare with those inflow loads. The amount of accumulation of SS and T-P were about 1.3t and 2kg respectively when having no rainfall in the irrigation block. On the other hand, the outflow of SS and T-P were about 3.5t/day and 20kg/day respectively in rainy days. If 2015 year is compared to 2014, it had increased in T-P though the load of irrigation water each day at no rainfall periods and it had not been change in SS though an accurate comparison is difficult according to the missing value. However, after the cyclic irrigation had been started, the amount of the outflow loads had decreased greatly like 35% in SS and 38% in T-P. The balance of the outflow loads during the irrigation periods of 2014 were -470kg/day in SS, which meant the purification type, while +2.6kg/day in T-P. as a result, it was found that the introduction of cyclic irrigation system had worked for water purification in SS and T-P effectively.

キーワード：循環灌漑システム、水質汚染、浮遊物質、全リン
Keywords: cyclic irrigation system, water pollution, suspended solid, total phosphorus

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-HW 水文・陸水・地下水学・水環境

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_9

[A-HW22] 流域の物質輸送と栄養塩循環ー源流域から沿岸海域までー

コンビーナ:小林 政広(国立研究開発法人森林研究・整備機構　森林総合研究所)、吉川 省子(農業・食品産業技術総合研究機構　農業環境変動研究センター)、安元 純(琉球大学　農学部　地域農業工学科)、Adina Paytan(University of California Santa Cruz)

本セッションでは，源流部から沿岸海域を含む流域における物質輸送および栄養塩循環について，幅広い研究分野（陸水学，水文学，地下水学，沿岸海洋学，気象学，土壌学，堆積学，林学，農学，水産学，生態学，社会科学など）からの話題提供を踏まえて，持続可能な流域環境に関する分野横断的な議論を行うことを目的としている．特に，人間活動や気候変動の影響下における複雑で動的な水系における自然現象やその時間変化に主眼をおいた物理，化学，生物学的メカニズムを明瞭にするために，トレーサー技術，分子レベルの技術，水理モデル，古生物学的手法，屋内やフィールドでの試験，生態系サービスや社会ー生態学システムについての社会科学的評価など，流域科学のための新しい手法に基づく研究発表を歓迎する．このセッションを通して，新しい流域科学を創造するために，分野を超えた参加者相互の議論と協力体制作りを目指したい．

[AHW22-P01] 過剰リン酸塩はコユビミドリイシ稚サンゴの骨格形成を阻害する

飯島 真理子[1]、*安元 剛[1]、安元 純[2]、廣瀬 美奈[3]、神保 充[1]、渡部 終五[1] (1.北里大学海洋生命科学部、2.琉球大学農学部、3.トロピカルテクノプラス)

[AHW22-P02] Modeling chlorophyll-a concentration using remote sensing in shallow water systems: Comparison of sensors

*Assefa M Melesse[1]、Tara Blakey[1]、Mohammad Haji Gholizadeh[1]、 Mohd Manzar Abbas[1] (1.Florida International University)

[AHW22-P03] 島嶼沿岸地下水における季節的な水位変動にともなう流動系の変動について

*友澤 裕介[1]、小野寺 真一[1]、齋藤 光代[2] (1.広島大学大学院総合科学研究科、2.岡山大学大学院環境生命科学研究科)

[AHW22-P04] **The Tracing of Groundwater Contamination Sources in Indonesian Coastal Alluvial Groundwater using $\delta^{34}S$ and $\delta^{15}N$ Isotopes**

*Anna Fadliah Rusydi[1,4]、Mitsuyo Saito[2]、Seiichiro Ioka[3]、Shin-ichi Onodera[1] (1.Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University, Japan、2.Graduate School of Environmental and Life Sciences, Okayama University, Japan、3.Research Institute for Sustainable Energy, Hirosaki University, Japan、4.Research Center for Geotechnology, Indonesian Institute of Sciences, Indonesia)

[AHW22-P05] Spatio-temporal dynamics of orthophosphate with implications for limitation of phytoplankton growth in north basin of Lake Biwa, Japan

*Xin Liu[1]、Rong Yi[1]、Masahiro Maruo[1]、Syuhei Ban[1] (1.The University of Shiga Prefecture)

[AHW22-P06] 次世代シーケンサーを用いた琉球石灰岩帯水層中における微生物相解析

*村尾 海[1]、安元 純[1]、安元 剛[3]、廣瀬 美奈[2]、水澤 奈々美[3]、井口 亮[4]、ラザフィンラベ バム[5]、渡邊 終五[3] (1.琉球大学　農学部　地域農業工学科、2.トロピカルテクノプラス、3.北里大学　海洋生命科学部、4.国立研究開発法人産業技術総合研究所、5.琉球大学　農学部　亜熱帯農林環境科学科)

[AHW22-P07] Evaluation for temporal variation in groundwater inflow to the lagoons connected to Lake Biwa by radon (^{222}Rn) tracer analysis

*齋藤 光代[1]、小野寺 真一[2]、友澤 裕介[2]、Wang Kunyang[2]、伴 修平[3]、奥田 昇[4] (1.岡山大学大学院環境生命科学研究科、2.広島大学大学院総合科学研究科、3.滋賀県立大学環境科学部、4.総合地球環境学研究所)

[AHW22-P08] インドネシア沿岸地域における地下水のBr/Cl比特性

*井岡 聖一郎[1]、小野寺 真一[2]、齋藤 光代[3]、Rusydi Anna[2,4] (1.弘前大学、2.広島大学、3.岡山大学、4.Research Center for Geotechnology, Indonesian Institute of Sciences, Indonesia)

[AHW22-P09] Estimation of groundwater recharge and phosphorus transport under different precipitation conditions in a suburban catchment, using SWAT model

*王 崑陽[1,2]、小野寺 真一[1]、齋藤 光代[3]、奥田 昇[4]、大久保 卓也[5] (1.広島大学、2.首都師範大学、3.岡山大学、4.総合地球環境学研究所、5.滋賀県立大学)

[AHW22-P10] Losses of phosphorus with soil erosion and nitrate with groundwater recharge in an agricultural catchment, subtropical small island

*小野寺 真一[1]、齋藤 光代[2]、曹 陽[1]、Anna Rusydi[1]、大前 英[3]、飯泉 佳子[4]、友澤 裕介[1] (1.広島大学大学院総合科学研究科、2.岡山大学、3.国際農林水産業研究センター熱帯・島嶼研究拠点、4.国際農林水産業研究センター)

[AHW22-P11] Phosphate solubilizing bacteria as an indicator of sediment phosphorus in freshwater lakes

*Sreekumari Kurissery[1]、Katelynn Crawford[1]、Nandakumar Kanavillil[1] (1.Lakehead University, Canada)

[AHW22-P12] 琉球石灰岩地域における土壌・地下水中の各種リン酸塩の動態に関する研究

*野崎 真司[1]、安元 純[2]、安元 剛[3]、廣瀬 美奈[4]、飯島 真理子[3]、新城 竜一[5]、ラザフィンラベ バム[6] (1.琉球大学大学院　農学研究科　亜熱帯農学専攻、2.琉球大学　農学部　地域農業工学科、3.北里大学　海洋生命科学部、4.一般社団法人　トロピカルテクノプラス、5.琉球大学　理学部　物質地球科学科、6.琉球大学　農学部　亜熱帯農林環境科学科)

[AHW22-P13] Impacts of highly concentrated turbid water on the groundwater in the Tedori River alluvial fan, Japan

*藤原 洋一[1]、長野 峻介[1]、高瀬 恵次[1]、一恩 英二[1] (1.石川県立大学生物資源環境学部)

[AHW22-P14] 源流域における水安定同位体比の高度効果とその平野地下水に対する寄与域の推定～琵琶湖における東西流域の比較～

*友澤 裕介[1]、王 崑陽[1]、齋藤 光代[2]、伴 修平[3]、奥田 昇[4]、小野寺 真一[1] (1.広島大学大学院総合科学研究科、2.岡山大学大学院環境生命科学研究科、3.滋賀県立大学環境科学部、4.総合地球環境学研究所)

[AHW22-P15] 流域土地利用モデルによる全国の河川TNおよびTP濃度係数の算出.

*吉川 省子[1]、馬 東来[1,4]、齋藤 忠将[1,5]、松森 堅治[2]、伊藤 優子[3]、小林 政広[3] (1.農業・食品産業技術総合研究機構　農業環境変動研究センター、2.農業・食品産業技術総合研究機構　西日本農業研究センター、3.森林研究・整備機構　森林総合研究所、4.筑波大学大学院、5.茨城大学農学部)

[AHW22-P16] **Possibility of nutrients transportation from littoral slope for enhancement of phytoplankton growth in north basin of Lake Biwa**

*伴 修平[1]、易 容[1]、刘 鑫[1]、丸尾 雅啓[1]、須戸 幹[1]、後藤 直成[1]、村瀬 潤[2] (1.公立大学法人　滋賀県立大学、2.名古屋大学)

[AHW22-P17] SWAT model analysis for confirming the effects of crop growth on the suspended sediment concentration from a settling basin catchment on Ishigaki island

*Yang Cao[1]、Shin-ichi Onodera[1]、Mitsuyo Saito[2]、Hide Omae[3]、Yoshiko Iizumi[3] (1.Graduate School of Integrate Arts and Sciences, Hiroshima University、2.Graduate School of Environmental and life Science, Okayama University、3.Tropical Agriculture Research Front (TARF), Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS))

[AHW22-P18] 熊本県菊池川流域におけるSWATモデルを用いた水・土砂・栄養塩流出量の推定と森林の影響

*藤井 創一朗[1]、金森 匡彦[1]、永野 裕子[1]、木下 牧[2]、清水 裕太[3]、小野寺 真一[4] (1.（一社）日本森林技術協会、2.株式会社　パスコ、3.国立研究開発法人　農業・食品産業技術総合研究機構　西日本農業研究センター、4.広島大学大学院総合科学研究科)

[AHW22-P19] Atmospheric depositions on forest ecosystems in areas along the Sea of Japan

*伊藤 優子[1]、高瀬 恵次[2]、藤原 洋一[2]、岡本 透[1] (1.国立研究開発法人　森林総合研究所、2.石川県立大学)

[AHW22-P20] Continuous and simultaneous flux measurement of N_2O and CO_2 from agricultural soil using a portable multi-turn time-of-flight mass spectrometer

*中山 典子[1]、岩井 祐介[1]、当真 要[2]、古谷 浩志[1]、波多野 隆介[3]、豊田 岐聡[1] (1.大阪大学、2.愛媛大学、3.北海道大学)

[AHW22-P21] Effects of introduction of cyclic irrigation system on mass balances of SS and T-P in Lake Inbanuma, Chiba, Japan

*久保田 富次郎[1] (1.国立研究開発法人　農業・食品産業技術総合研究機構　農村工学研究部門)

過剰リン酸塩はコユビミドリイシ稚サンゴの骨格形成を阻害する
Phosphate Enrichment Hampers Development of Juvenile Acropora digitifera Coral by Inhibiting Skeleton Formation

飯島 真理子[1]、*安元 剛[1]、安元 純[2]、廣瀬 美奈[3]、神保 充[1]、渡部 終五[1]
Mariko Iijima[1], *Yasumoto Ko[1], Jun Yasumoto[2], Mina Hirose[3], Mitsuru Jimbo[1], Shugo Watabe[1]

1. 北里大学海洋生命科学部、2. 琉球大学農学部、3. トロピカルテクノプラス
1. Kitasato University School of Marine Biosciences, 2. Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus, 3. Tropical Technology Plus

Coral reef degradation resulting from various types of local stress on corals such as excessive nutrient enrichment in and gravel inflow into coastal waters is of an increasing global concern. Because tropical and subtropical seawaters are generally poor in nutrients and thus oligotrophic, these stresses are thought to result in the decline of environments favorable to coral growth. Inorganic phosphates have been especially considered to possibly inhibit the formation of coral skeleton. Despite many studies available on the effects of nutrients on corals, a clear consensus for how nutrients exert deteriorative effects on the corals has not been established satisfactorily. Recently, we found that biogenic polyamines react with carbon dioxide (CO_2) and accelerate an aragonite formation of calcium carbonate ($CaCO_3$) in seawater. In this study, we examined the effects of phosphates and nitrates on *in vitro* aragonite formation of $CaCO_3$ by using biogenic polyamines and *in vivo* aragonite formation of juvenile coral *Acropora digitifera* skeletons, showing that phosphates clearly inhibited both *in vitro* and *in vivo* $CaCO_3$ formations at similar concentrations. In contrast, nitrates inhibited neither *in vitro* aragonite formation of $CaCO_3$ nor *in vivo* aragonite formation of juvenile coral skeletons. These findings indicate that phosphates have a detrimental effect on bioinorganic coral calcification. Furthermore, the findings that phosphate enrichment inhibits coral skeleton formation led us to conclude that enriched phosphate is adsorbed on juvenile coral skeleton surface and inhibits inorganically normal development of juvenile coral skeleton.

キーワード：リン酸塩、石灰化
Keywords: phosphate, calcification

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Modeling chlorophyll-a concentration using remote sensing in shallow water systems: Comparison of sensors

*Assefa M Melesse[1], Tara Blakey[1], Mohammad Haji Gholizadeh[1], Mohd Manzar Abbas[1]

1. Florida International University

The level of productivity in the upland and coastal water bodies is highly linked to land processes (land use, water management, water and nutrient fluxes). Understanding the linkage between these processes and the level of algal blooms in the water bodies is crucial for improving water quality. A comparative study was conducted using remote sensing data from three different sensors (SeaWIFS, MoDIS and Landsat) to evaluate the capability of reflectance data from these sensors for estimation of chl-a concentrations in three water bodies in the USA (Lake Okeechobee, Florida Bay and Chesapeake Bay). Observed chl-a data were gathered and compared with simulation results. The analysis found that all of the sensors have performed well in deeper water bodies than in shallow sections due to the bottom reflectance from non-algal blooms. For shallow water bodies, selection of the proper bands and band combinations, identification of the non-algal bloom reflectance and the corresponding algorithms can improve the simulation. Seasonality as well as spatial variability (using cross-sections) were evaluated and the results showed that chl-a values were highly variable for the selected summer months. Indicative of the effect of land surface fluxes of nutrients, chl-a values were higher closer to coastal areas in the Florida bay and Chesapeake Bay. The chl-a in the freshwater lake of Okeechobee was simulated using Landsat 8 data and the results found were very good. Comparison of the SeaWIFS and MoDIS chl-a value to that of the measured concentrations in the deeper section of Florida Bay and Chesapeake Bay, respectively showed very good agreement.

Keywords: Chl-a, SeaWIFS, Water qulity modeling, South Florida, Remote sensing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

島嶼沿岸地下水における季節的な水位変動にともなう流動系の変動について

Dynamics in groundwater flow system with seasonal water table variation in a coastal and island

*友澤 裕介[1]、小野寺 真一[1]、齋藤 光代[2]
*Yusuke Tomozawa[1], Shin-ichi Onodera[1], Mitsuyo Saito[2]

1. 広島大学大学院総合科学研究科、2. 岡山大学大学院環境生命科学研究科
1. Graduate School of Integrated Arts and Sciences Hiroshima University, 2. Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University

In islands, freshwater water resources are valuable as living and agricultural use, and dug wells water and reservoirs had been utilized for more than 100 years. In order to use such water resources sustainably, it is important to evaluate groundwater flow as well as water budget.

In this research, we examined to confirm the seasonal variation in water stable isotopic ratios in observation boreholes at the coastal lowland in Ikuchi Island Hiroshima prefecture. Moreover, considering that the target area is coastal, Cl^- concentration was analyzed to evaluate the influence of salt fresh water boundary.

The experimental site is located on Ikuchi Island in Hiroshima prefecture. The highest altitude is 456 m. The basement rock is mainly composed of granite. Annual average precipitation is 1058.8 mm. Observation boreholes are located at the coastal lowland in the southeastern part of the island. The upper site (Site U) with the altitude of 5.1 m asl has 3 boreholes with the depths of 2 m, 15 m, 30 m, the lower site (Site D) with 2.5 m asl has 8 with the depth of 1 m, 2 m, 3 m, 10 m, 15 m, 20 m, 30 m, 40 m, respectively. The water sampling was carried out from monthly to half year interval since 2015. Every samples were analyzed for water isotopic ratios by PICARO and anion component by ion chromatography. Especially samples in January in 2019 were analyzed for CFCs and SF6.

Based on the previous study (Saito and Onodera, 2007), the distinct altitude effect of isotopic ratio in precipitation has been confirmed. Due to spatial and temporal variations in isotopic ratios, recharge process to groundwater was suggested as follows, 1) recharge on site to shallow groundwater (2-3m deep) at D ($\delta^{18}O$: -7.8 to - 7.4 ‰), 2) river water contribution to the shallow groundwater (2-15m) at U ($\delta^{18}O$: - 8.3 to - 7.5 ‰), 3) recharge in the mountain slope with the altitude of about 360 m to deep groundwater (30m) at U ($\delta^{18}O$: - 8.4 to - 8.1 ‰), 4) recharge at 400 m on near the mountain top to deep groundwater (10-30 m) at D($\delta^{18}O$: - 8.7 to - 8.4 ‰), 5) recharge of precipitation with lower isotope than in present to deeper groundwater (40 m) at D ($\delta^{18}O$: -8.9 to - 8.8 ‰)

The deepest groundwater (40m) at D had lower isotopic ratios with higher Cl^- concentration (250 to 584 mg / L) during a lower water table in the winter. This indicated the seawater –fresh water boundary rose with water table according to Gyben-Hrzberg concept. These phenomena also suggest to cause the rise of deeper and older groundwater flow line. Consequently, we suggest the lower isotopic ratio in deeper groundwater indicates the immobile water which were recharged in the glacial period. Based on other tracers (CFC, SF 6), we will discuss more.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：安定同位体比、地下水、沿岸
Keywords: stable isotope, groundwater, coastal

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The Tracing of Groundwater Contamination Sources in Indonesian Coastal Alluvial Groundwater using $\delta^{34}S$ and $\delta^{15}N$ Isotopes

*Anna Fadliah Rusydi[1,4], Mitsuyo Saito[2], Seiichiro Ioka[3], Shin-ichi Onodera[1]

1. Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University, Japan, 2. Graduate School of Environmental and Life Sciences, Okayama University, Japan, 3. Research Institute for Sustainable Energy, Hirosaki University, Japan, 4. Research Center for Geotechnology, Indonesian Institute of Sciences, Indonesia

The coastal area is one of the Indonesian Government priorities as an archipelago country. The groundwater in the area is one of the most reliable clean water resources, therefore it is crucial to understanding the vulnerability of this resource. Our research area was located at Indramayu, a developing rural coastal area in Indonesia, where, the environment was relatively pristine. This research aimed was to identify the effect of natural condition and human activity to groundwater quality by using stable isotope $\delta^{34}S$ and $\delta^{15}N$.

Totally, there were 20 samples taken from groundwater (18) and river (2). The nitrate and sulfate were detected in a total of 5 and 19 samples, respectively. The isotopes composition for isotope nitrate were -11.2 ‰–+22.22‰ for $\delta^{15}N\text{-}NO_3$ and -3.4 ‰–+17.1‰ for $\delta^{18}O\text{-}NO_3$. Moreover, the values of $\delta^{34}S\text{-}SO_4$ and $\delta^{18}O\text{-}SO_4$ were varied from -4.2 ‰–+28.4‰ and +7.3 ‰–+18.8 ‰, respectively. The isotopic signatures of nitrate suggested that the used of inorganic fertilizer and animal manure give the impact to both groundwater and river. Similarly, the isotopic signatures of sulfur were showing that those detected sulfate in the groundwater were mostly coming from fertilizer. Moreover, the soil was mineralized by organic sulfate as well. At one point, located in the fishery area, the groundwater was indicated the seawater contamination. It was shown by the heavy composition of sulfur isotope (28.4‰ for $\delta^{34}S$ and 18.8‰ for $\delta^{18}O$). Lastly, our results showed those combined isotopes of $\delta^{34}S$ and $\delta^{15}N$ along with land-use evaluation could explain the possible sources of groundwater in coastal area at very early urbanization stage.

Keywords: Sulfur Isotope, Nitrate Isotope, Coastal Groundwater, Indramayu

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Spatio-temporal dynamics of orthophosphate with implications for limitation of phytoplankton growth in north basin of Lake Biwa, Japan

*Xin Liu[1], Rong Yi[1], Masahiro Maruo[1], Syuhei Ban[1]

1. The University of Shiga Prefecture

Orthophosphate (PO_4-P) is the main chemical form of phosphorus (P) for phytoplankton growth, often considered as a limiting nutrient for primary production in freshwater ecosystems. However, few information on accurate measurements for PO_4-P concentrations in epilimnion of meso- and oligotrophic lakes due to lower than the detection limit (60 nM) of soluble reactive P using traditional spectrophotometrical method. In the present study, we measured PO_4-P concentrations using ion chromatography with a detection limit of 5 nM, and determined truly vertical distribution of PO_4-P throughout the year with other abiotic and biotic environmental factors in north basin of Lake Biwa, to accurately understand biogeochemical processes of P in this mesotrophic lake.

Field investigations were conducted monthly from April to December 2018 at station K4 (35º19'9.6"N, 136º11'2.7"E; 50 m deep). Phosphate enrichment experiments were also made at each sampling occasion to clarify P limitation for phytoplankton growth. Lake water including phytoplankton assemblage collected from epilimnion (0–20 m) was enriched with 1 μM of PO_4-P (+P) and incubated together with untreated one (control) for 2 days under ambient light and temperature conditions. To evaluate the effect of potentially nutrient-rich bottom water, the filtered bottom water was mixed with untreated epilimnion water including phytoplankton at 1:1 (+B) was incubated at the same conditions as the +P treatment. Phytoplankton growth rate (g) was calculated with equation of $g=\ln(C_t/C_0)/2$, where C_0 and C_t are chlorophyll *a* (chl. *a*) concentrations at start and end of the experiment, respectively.

Water temperature increased in the epilimnion from May, and strict thermocline was developed from June to September. Chl. *a* concentrations increased from June to July in 10–20 m, and from October to November in 0–20 m. PO_4-P concentrations were always low, <20 nM, in the epilimnion from April to June. The concentrations below 30 m increased up to 140 nM in May, but decreased after that until July. In August and September, the concentrations increased up to 30–40 nM even in the epilimnion probably due to disturbance by typhoon. The concentrations below 30 m increased with depth, and the highest values were frequently observed near the bottom, up to 220 nM. On average throughout the water column, PO_4-P concentrations were 24–48 nM from April to June, then slightly increased up to 73 nM until September, being constant, 50–63 nM until December.

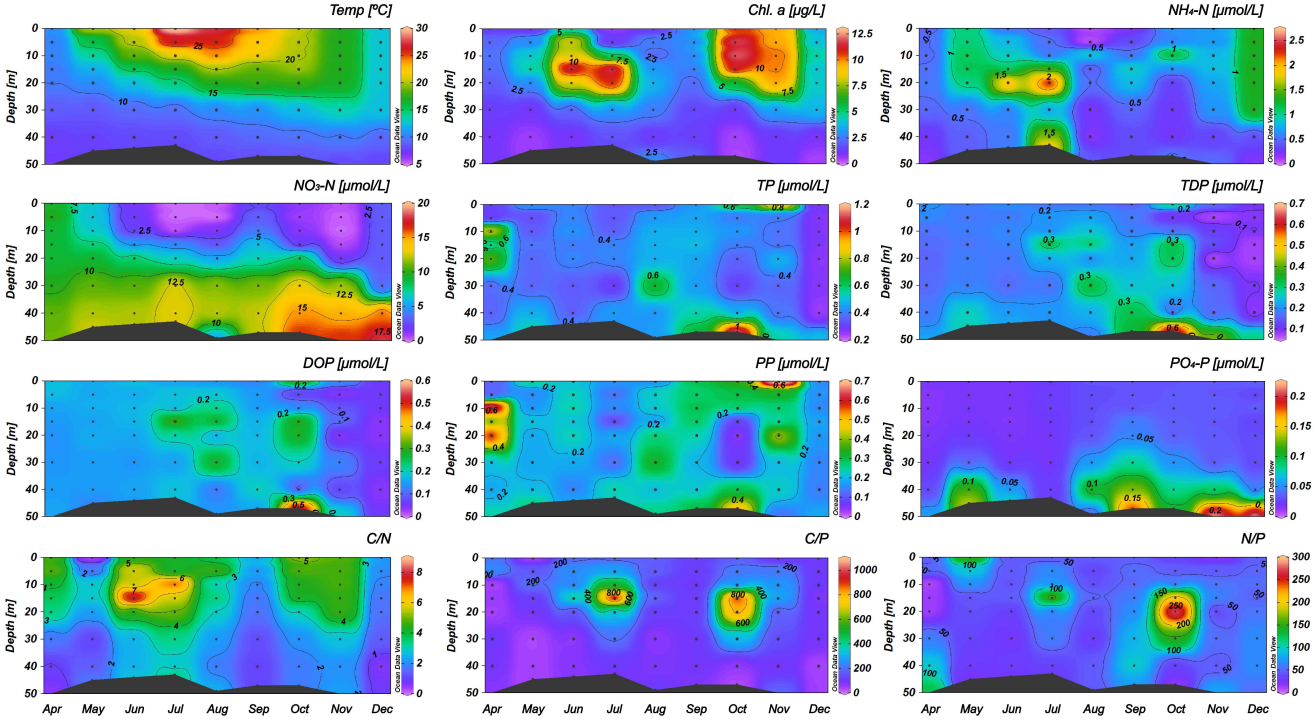
Total P, total dissolved P, dissolved organic P and particulate P exhibited similar spatio-temporal distributions, but different pattern from those of PO_4-P. NH_4-N increased in 10–20 m from May to July, whereas the NO_3-N increased in the hypolimnion as season progressed. Sestonic C:N:P ratios suggested a terrible P deficiency in July and October when phytoplankton biomass increased.

Phosphate enrichment experiments showed that phytoplankton in the epilimnion was mostly limited with P for its growth. Phytoplankton g in control varied −0.05-0.08 d^{-1}, being always lower than those in +P (−0.04-0.44 d^{-1}) and/or +B (−0.04-0.49 d^{-1}) treatments except for November and December. In November, no growth was found even in +P treatment. This might be caused by nitrogen limitation because of <6 μM of NO_3-N in the epilimnion. The g of control was similar as that of +P and +B (ca. 0.1 d^{-1}) in December, indicating that P deficiency for phytoplankton growth was relaxed until December by vertical convection.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

We firstly determined completely vertical distributions of PO_4-P in north basin of Lake Biwa from spring to winter, and detected 20–40 nM of PO_4-P in the epilimnion. Phosphate enrichment experiments showed that 20 nM of PO_4-P might be critical concentration for phytoplankton growth in the lake. No phytoplankton growth even in +P treatment in November implied that nitrogen limitation for phytoplankton growth will be possible in Autumn. Further study for clarify this will be needed.

Keywords: Orthophosphate dynamics, Phosphorus limitation, Phytoplankton growth rate, Ion chromatography, Biogeochemical processes, Freshwater ecosystem



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

次世代シーケンサーを用いた琉球石灰岩帯水層中における微生物相解析
Microbial phase analysis in aquifer of Ryukyu Limestone Zone using next generation sequencer

*村尾 海[1]、安元 純[1]、安元 剛[3]、廣瀬 美奈[2]、水澤 奈々美[3]、井口 亮[4]、ラザフィンラベ バム[5]、渡邊 終五[3]
*Umi Murao[1], Jun Yasumoto[1], Yasumoto Ko[3], Mina Hirose[2], Nanami Mizusawa[3], Ryo Iguchi[4], Bam H.N. Razafindrabe[5], Syugo Watabe[3]

1. 琉球大学　農学部　地域農業工学科、2. トロピカルテクノプラス、3. 北里大学　海洋生命科学部、4. 国立研究開発法人産業技術総合研究所、5. 琉球大学　農学部　亜熱帯農林環境科学科
1. University of the Ryukyus, Faculty of Agriculuture Department of Regional Agricultural Engineering, 2. Tropical Tecnology Plus, 3. Kitasato University School of Marine Biosciences, 4. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 5. University of the Ryukyus, Faculty of Agriculuture Department of Subtropical Agro-Environmental Sciences

はじめに

きれいな水と衛生へのアクセス（持続可能な開発目標⑥）は，世界の重要な共通課題として認識されている．地下水は水道水源として用いられている地域も多いが，農業活動及び人や動物の排泄物由来の物質等による様々な汚染事例が報告されている．一方で，分子生物学的手法を用いた遺伝子解析技術が環境中に存在する微生物相解析に応用されている．近年では，次世代シーケンサーという最新の分析機器を使った手法が，主に，微生物を対象にして確立され，環境DNAなどの新たなモニタリング指標も開発されている．地下水中の微生物相は様々な環境因子や人間活動の影響によって変化することが考えられるがその実態は明らかにされていない．次世代シーケンサーは地下水中の微生物相を把握する上で非常に強力なツールであり，今後，微生物相は流域の水資源管理においても重要な指標となりうると考えられる．

本研究では，琉球石灰岩地域の地下水を対象に，次世代シーケンサーを用いた微生物相解析を行い，地下水中に生息する微生物種とそれらの共存関係を調べることを目的とした．

研究方法

2016年11月7日～11日沖縄県本島南部地域の慶座地下ダム流域17か所で調査を行い，そのうち10地点で地下水のサンプリングを行った．滅菌処理済み500mLガラス瓶で地下水を採水し，試料をフィルターろ過機（孔径0.2㎛）でろ過した．ろ過後フィルターを切り取り，滅菌した5mLのTE緩衝液が入った15mLチューブに浸漬したものをDNA抽出用試料とした．16S rDNAのV1-V3領域をPCRにより増幅し，MiSeq次世代シーケンサーに供した．MiSeqから出力されたFASTQファイルは，MacQIIME2を用いて配列のクオリティチェックとキメラチェックを行い，Operational taxonomic unit (OTU)を作成した．ソフトウェアRを用いて，低頻度出現OTUsの除外，サンプルの希釈化，リサンプリング，Tscoreの算出を行い，ネットワーク図を作成した．

結果・考察

次世代シーケンサーから出力されたデータをQIIME2によって解析した結果，調査地域の地下水中には属レベルで約350種の微生物が確認できた．湧水であるN-20地点を除き，門レベルでは*Proteobacteria*門が66-94%と大半を占めた．ほとんどの地点で*Cyanobacteria* 門が2-30%と次に多く，地点によって*Patescibacteria*門が5%ほど出現しており，地点によっては*Cyanobacteria* 門より多くみられる場合もあった．属レベルでは*Caulobacter*属が18-50%と非常に多くみられる他，*Sphingobium*属，*Bradyrhizobium*属，*Novosphingobium*属などが多くみられた．

共存関係に着目したネットワーク分析によると，他の種と同時に出現しやすい属レベルで40種ほどの微生物について3つのコミュニティに分類された．同じコミュニティに出現する微生物は共存関係にある傾向が高いと捉えることが出来る．コミュニティは大きく藍藻類，根粒菌，その他がメインとなるグループとみられる

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

が，共存関係に比重を置いたグラフになっているため，一概に種族分類ごとにコミュニティが分かれることはない．グラフによると上記に挙げたような優占種の多くがハブ種になっていると推測される．

キーワード：地下水、微生物叢解析、次世代シーケンサー
Keywords: groundwater, microbial community analysis, genetic analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Evaluation for temporal variation in groundwater inflow to the lagoons connected to Lake Biwa by radon (^{222}Rn) tracer analysis

*齋藤 光代[1]、小野寺 真一[2]、友澤 裕介[2]、Wang Kunyang[2]、伴 修平[3]、奥田 昇[4]
*Mitsuyo Saito[1], Shin-ichi Onodera[2], Yusuke Tomozawa[2], Kunyang Wang[2], Syuhei Ban[3], Noboru Okuda[4]

1. 岡山大学大学院環境生命科学研究科、2. 広島大学大学院総合科学研究科、3. 滋賀県立大学環境科学部、4. 総合地球環境学研究所
1. Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University, 2. Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University, 3. School of Environmental Sciences, The University of Shiga Prefecture, 4. Research Institute for Humanity and Nature

Primary production in freshwater lakes and reservoirs are usually controlled by phosphorus (P). Lacustrine groundwater discharge (LGD), direct discharge of subsurface water to lake, is regarded as a potential nutrient paths, including phosphorus from a catchment to lake water environment. There are more than 20 lagoons around Lake Biwa which were originally a part of the lake. These lagoons are regarded to have important functions as settling ponds of inflowing loads from the catchments to Lake Biwa, refuges for shallow water ecosystems and so on. Because these lagoons are connected to Lake Biwa, evaluation of nutrient budget is important for the nutrient cycle in the lake. Some researchers have pointed out the presence of LGD in littoral area of Lake Biwa. However, it has not been evaluated for the lagoons around the lake. In the present research, we aimed to evaluate the temporal variation in groundwater inflow to a lagoon connected to Lake Biwa by radon (^{222}Rn) tracer analysis.

The field campaigns were conducted in December 2017, August and October 2018 for the lagoons (Noda-Numa and Hasu-Ike) located on northeastern shore of Lake Biwa. The volume of inflow and outflow, water temperature, electric conductivity, chlorophyll-a and radon (^{222}Rn) concentration were measured in the lagoon. ^{222}Rn is a radioactive element of uranium (^{238}U) series with 3.8 day of half-life. ^{222}Rn is a useful tracer of groundwater discharge because it generally enriched in groundwater than surface water. To examine the temporal variation in groundwater inflow, the time-series ^{222}Rn concentration in water was obtained. Water samples were collected at the inlet, outlet and near the center of the lagoons and natural springs and groundwater wells around the lagoons. Water and ^{222}Rn balance suggest that groundwater inflow is larger in Noda-Numa than Hasu-Ike. The catchment topography may influence on this difference. ^{222}Rn balance-based residence time of lagoon water was estimated 10-20 days in Noda-Numa, and 4-5 days in Hasu-Ike, were similar with that based on water balance. These results suggest the groundwater inflow is a potential phosphorus path to Noda-Numa.

キーワード：地下水、内湖、琵琶湖、ラドン
Keywords: Groundwater inflow, Connected lagoons, Lake Biwa, Radon (222Rn)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

インドネシア沿岸地域における地下水のBr/Cl比特性
Br/Cl ratio characteristics of groundwater in coastal areas in Indonesia

*井岡 聖一郎[1]、小野寺 真一[2]、齋藤 光代[3]、Rusydi Anna[2,4]
*Seiichiro Ioka[1], Shin-ichi Onodera[2], Mitsuyo Saito[3], Anna Fadliah Rusydi[2,4]

1. 弘前大学、2. 広島大学、3. 岡山大学、4. Research Center for Geotechnology, Indonesian Institute of Sciences, Indonesia
1. Institute of Regional Innovation, Hirosaki University, Japan, 2. Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University, Japan, 3. Graduate School of Environmental and Life Sciences, Okayama University, Japan, 4. Research Center for Geotechnology, Indonesian Institute of Sciences, Indonesia

本研究は，インドネシア沿岸に位置する4地域の地下水のBr/Cl比特性を評価した。

キーワード：インドネシア、地下水、Br/Cl比、沿岸地域
Keywords: Indonesia, groundwater, Br/Cl ratio, coastal area

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimation of groundwater recharge and phosphorus transport under different precipitation conditions in a suburban catchment, using SWAT model

*王 崑陽[1,2]、小野寺 真一[1]、齋藤 光代[3]、奥田 昇[4]、大久保 卓也[5]
*Kunyang Wang[1,2], Shin-ichi Onodera[1], Mitsuyo Saito[3], Noboru Okuda[4], Takuya Okubo[5]

1. 広島大学、2. 首都師範大学、3. 岡山大学、4. 総合地球環境学研究所、5. 滋賀県立大学
1. Graduate School of Integrated Arts and Science, Hiroshima University, 2. Capital Normal University, 3. Okayama University, 4. Research Institute for Humanity and Nature, 5. University of the Shiga Prefecture

The quantification of the groundwater recharge and phosphorus transport in water is one of the most important indicators of the water cycle in lakes because these processes are related to the transport of large nutrient loads. The Yasu River is one of the important water sources of the Biwa Lake. In this paper, Geographic Information System technology is used to analyze and predict the land use change in the Yasu River Basin. The water balance was simulated using the Soil and Water Assessment Tool. Simulations of different years in different precipitation seasons were carried out. The correlation coefficient and the Nash Sutcliffe coefficient are higher than the reference values. The sensitivity analysis of the parameters reveals the different degrees of sensitivity of the parameters in different water seasons, CN2 always has a high sensitivity during all kinds of water season. The total groundwater recharge and discharge are 180 million m^3 and 179 million m^3 in the normal precipitation season, respectively. The trends differ in the dry and wet seasons. In the dry season of 2007, the groundwater recharge was below 140 million m^3, while it exceeded 240 million m^3 in the rainy season in 2003. In addition, the process of phosphorus loss in the basin and release into Lake Biwa are explained from the perspective of space and time. This is closely related to the spatial distribution of the main channel and the time distribution of precipitation. The total amount of nonpoint source pollution of phosphorus in three years is equivalent to 4.08 kg/ha of paddy fields in the watershed. The spatial distribution of phosphorus loss is related to the stream flow, it is mainly concentrated in the area with paddy fields and urban. The time distribution is related to the distribution of the precipitation. With increasing precipitation, the nonpoint source pollution of phosphorus slightly increases. This is due to the driving effect of precipitation on the phosphorus transfer and erosion of soil.

キーワード：リン輸送、地下水涵養、異なる降水条件、SWATモデル
Keywords: Phosphorus transport, Groundwater recharge, Different precipitation conditions, SWAT model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Losses of phosphorus with soil erosion and nitrate with groundwater recharge in an agricultural catchment, subtropical small island

*小野寺 真一[1]、齋藤 光代[2]、曹 陽[1]、Anna Rusydi[1]、大前 英[3]、飯泉 佳子[4]、友澤 裕介[1]
*Shin-ichi Onodera[1], Mitsuyo Saito[2], Yang Cao[1], Anna Fadliah Rusydi[1], Hide Omae[3], Yoshiko Iizumi[4], Yusuke Tomozawa[1]

1. 広島大学大学院総合科学研究科、2. 岡山大学、3. 国際農林水産業研究センター熱帯・島嶼研究拠点、4. 国際農林水産業研究センター
1. Graduate School of Integrated and Arts Sciences, Hiroshima University, 2. Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University, 3. JIRCAS TARF, 4. JIRCAS HQ

In tropical and subtropical region, the rainfall intensity is strong and soil erosion in an agricultural land is one of big environmental issues. Especially, the impact of large sediment discharge on the coral reef is serious around small islands, such as Okinawa and Philippines. In case of Okinawa Prefecture, to reduce the sediment discharge and conserve corals, many sediment trap ponds are constructed in a downstream area of agricultural lands. However, sediment deposition rate, variation of trap effect, and component of sediment in a pond have not been confirmed.

To estimate of erosion rate and deposition process of a small pond in an agricultural catchment of a subtropical small island, we examine to observe the sediment deposition in a small pond and monitor water level and chlorophyll a in a pond and runoff and turbidity of an inflow stream in a small catchment with the area of 300m2 in Ishigaki Island, Okinawa Prefecture, Subtropical region. Our monitoring was started from February 2017 after removing all sediment in a pond in January, and up to April 2018. Observation of sediment deposition was conducted with collecting the samples at 5 sites in June 2017 and January 2018. Inflow and outflow water samples were collected every one month.
The sediment deposition was extremely large from January to May 2017, the average erosion rate in all catchment area was estimated to be 6mm. On the other hand, the sediment deposition was nothing from June 2017 to January 2018. Based on the monitoring of stream runoff and turbidity, one big storm event in April with strong intensity mainly contributes to sediment discharge and overflow of the pond occurred. On the other hand, the later period had also big events. This difference is suggested to be the difference of land cover by crops and availability of sediment trap in this pond. In addition, the sediment component mainly was composed of surface soft layer, subsurface sandy layer, and bottom gravel layer. The average thickness was 2cm in surface layer, 100cm in mid sandy layer, and 10cm in gravel layer, respectively. Especially, the surface soft layer had high nutrient content. The dissolved nutrient of inflow stream water and pond water were high concentration. But the 10% of nutrient in the inflow decreased in pond. This means the plankton was produced, using this nutrient and that was deposited later. The soft layer is suggested to be effect of organic fertilizer, it is expected to apply to agricultural lands.

キーワード：リン、地下水、硝酸性窒素
Keywords: Phosphorus, groundwater, nitrate

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Phosphate solubilizing bacteria as an indicator of sediment phosphorus in freshwater lakes

*Sreekumari Kurissery[1], Katelynn Crawford[1], Nandakumar Kanavillil[1]

1. Lakehead University, Canada

It has been well documented that phosphorus pollution is one of the most significant factors impeding the overall health of freshwater lakes. Various measures are being taken to reduce phosphorus input into the lakes by anthropogenic activities and thus to maintain a healthy ecosystem. However, it is well known that bioavailable phosphorus tends to bind with substances such as ferric iron and calcium present in the water, become insoluble, and settles into the sediments. The presentstudy has been carried out to understand the relationship between the sediment phosphorus concentration and density of phosphate solubilizing bacteria (PSB) in two lakes in Ontario, Canada, namely, Lake Simcoe and Sparrow Lake. In September 2017, 20cm sediment cores were collected from the nearshore sites of these two lakes to determine the presence of PSB in relation to the sediment phosphorus concentration. PSB could potentially release phosphorus back into the water column through a process called internal phosphorus loading from the inorganic phosphates in the sediment when the right conditions are present. PSB were isolated from the sediment cores at 5 cm intervals by plating on to Pikovskaya’ s agar. Five grams of sediment was used to analyze total reactive phosphorus in the sediment. In Lake Simcoe, PSB ranged from $3x10^1$ to $1.1x10^1$ cfu/g, and the amount of total reactive phosphorus ranged from 0.19 to 0.46 mg/g. In Sparrow Lake, PSB ranged from $4x10^0$ to $3x10^1$ cfu/g and the amount of total reactive phosphorus ranged from 0.21 to 0.39 mg/g. A linear regression was completed to determine the relationship between total reactive phosphorus and PSB for each core. The results showed a negative relationship between these two tested parameters (Lake Simcoe: r^2=0.23, $y = -35.34x + 30.811$ p=0.5206, and Sparrow Lake: r^2 =0.87, $y = -155.9x + 62.322$, p=0.067). While PSB density decreased with core depth, the concentration of reactive phosphorus increased. This indicates that the density of PSB in lake sediment may indicate the concentration of total reactive phosphorus and thus the internal phosphorus loading. More study is recommended to confirm the results.

Keywords: Phosphate Solubilizing Bacteria, Freshwater Lakes , Sediment Phosphorus , Canada

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

琉球石灰岩地域における土壌・地下水中の各種リン酸塩の動態に関する研究

A Study on the dynamics of various phosphate forms in soil and groundwater in Ryukyu limestone regions

*野崎 真司[1]、安元 純[2]、安元 剛[3]、廣瀬 美奈[4]、飯島 真理子[3]、新城 竜一[5]、ラザフィンラベ バム[6]
*Masashi Nozaki[1], Jun Yasumoto[2], Yasumoto Ko[3], Hirose Mina[4], Iijima Mariko[3], Ryuichi Shinjo[5], Bam H.N. Razafindrabe[6]

1. 琉球大学大学院　農学研究科　亜熱帯農学専攻、2. 琉球大学　農学部　地域農業工学科、3. 北里大学　海洋生命科学部、4. 一般社団法人　トロピカルテクノプラス、5. 琉球大学　理学部　物質地球科学科、6. 琉球大学　農学部　亜熱帯農林環境科学科
1. University of The Ryukyus, Graduate School of Agriculture,, 2. University of the Ryukyus, Faculty of Agriculture, Department of Regional Agricultural Engineering, 3. Kitasato University School of Marine Biosciences, 4. Tropical Technology Plus, 5. Department of Physics and Earth Sciences, University of the Ryukyus, 6. University of the Ryukyus, Faculty of Agriculture, Department of Subtropical Agro-Environmental Sciences

水環境中でのリンは，溶存態，粒子状，有機態，無機態など様々な形態・サイズで存在しているが，地下水環境中では不明な点が多い．本研究では，従来リン酸塩の分析に使われてきたリブデンブルー法に加えて，誘導結合プラズマ発光分析（ICP-AES）や^{31}P核磁気共鳴分光法（^{31}P-NMR）を組み合わせることにより，琉球石灰岩地域における土壌・地下水中の各種リン酸塩の動態の把握を試みた．

琉球石灰岩が分布する沖縄本島南部地域を調査地域とし，2017年8月～2018年8月にかけて月1回の頻度で定期地下水調査を実施した．現地測定項目として，pH，電気伝導度，酸化還元電位，溶存酸素，アルカリ度を選定した．室内分析項目として，主要イオン，地下水中の浮遊懸濁物質（SS），各種リン酸塩を選定した．各種リン酸塩の分析には比色法リン（Col-P），ICPリン（ICP-P），全リン（T-P）を選定し，形態分析には核磁気共鳴装置（^{31}P-NMR）を用いた．

地下水中の溶存態リンの空間分布を確認するため，Col-PとICP-P を比較したところ，Col-PよりICP-Pが1.06～49.24倍高くなった．分析方法の違いから，ICP-Pはフィルターを通過した微小な粒子状リンや有機態リンも測定していると推測され，地下水中の溶存態リンには，オルトリン酸以外の形態のリン酸塩の存在量が多い事が示唆された．SSとT-PとICP-Pの差から求めた粒子状リン（P-P）との相関関係を確認したところ，両者の間に強い正の相関（相関係数：0.78）が確認された．SSにはオルトリン酸をはじめ多様な形態のリン酸塩が吸着しているものと考えられる．調査期間中における地下水中の溶存態リン（Col-P，ICP-P）の季節変動特性を把握する目的で，全測定項目との相関係数を求めたところ，Col-Pと水温との間には高い負の相関関係が存在していることが明らかとなった．Col-Pの経時変化に着目すると，地下水の水温が上昇に伴い濃度の減少がみられ，水温の下降に伴い濃度が上昇する傾向がみられた．^{31}P-NMRを用いた土壌及びSSのリン酸塩の形態別分析では，オルトリン酸のほかに，ピロリン酸や，ピロリン酸エステル，オルトリン酸モノエステルなどの存在を確認する事が出来た．確認されたオルトリン酸以外の重合態や有機態のリン酸塩は，植物由来や，微生物活性による合成や有機態リンの微生物による分解が起源だと推察される．

キーワード：リン、31P核磁気共鳴装置、地下水
Keywords: Phosphorus, 31P-NMR, Groundwater

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Impacts of highly concentrated turbid water on the groundwater in the Tedori River alluvial fan, Japan

*藤原 洋一[1]、長野 峻介[1]、高瀬 恵次[1]、一恩 英二[1]
*Yoichi Fujihara[1], Shunsuke Chono[1], Keiji Takase[1], Eiji Ichion[1]

1. 石川県立大学生物資源環境学部
1. Department of Environmental Science, Ishikawa Prefectural University

The Tedori River alluvial fan in the Ishikawa prefecture is a representative alluvial fan in the Hokuriku region in Japan. The river water is taken by a headworks located at the top of the alluvial fan and is used for irrigation in paddy fields with a total area of about 7,500 ha. Seepages from the riverbed and percolations from the paddy area are the main sources of groundwater in the Tedori River alluvial fan. In 2015, large-scale landslides in the upper reaches of the Tedori River caused a long period of high turbidity in the river. Highly concentrated turbid water with an average concentration of 585 mg/L (a maximum of 4,012 mg/L) has been discharged continuously into the river since May, 2015. This turbidity has caused concerns about the recharge functions of groundwater in the alluvial fan.

In this study, the measurements of paddy percolations and riverbed seepages, before and after the occurrence of high turbidity, were used to examine the influence of these phenomena on groundwater recharge functions in the alluvial fan. We measured water requirement rates in the paddy area in the Tedori River alluvial fan. The measurements were conducted before and after the midsummer-drainage period at >100 paddy fields. We also measured the river discharges in the cross-sections of the river throughout the alluvial fan. The number of cross-sections was 16 and we estimated the riverbed seepages by calculating the discharge differences between the cross-sections.

The results revealed that the amount of paddy percolation decreased significantly due to the turbidity of the river water. The average percolation in the paddy area was found to be 12.4 mm/day in 2014 and 7.9 mm/day in 2016 before the midsummer-drainage period. Moreover, the average percolation in the paddy was found to be 19.6 mm/day in 2014 and 13.7 mm/day in 2016 after the midsummer-drainage period. The volume of the riverbed seepage was observed to have reduced and the seepage section were also observed to have shortened. The observed seepages from the river bed were 4.72 m3/s in 2009 and 3.33 m3/s in 2016 for the irrigation period, whereas for the non-irrigation period, these values were 5.92 m3/s in 2009 and 1.25 m3/s in 2016. Furthermore, the seepage section was found to shorten from 14.2 km to 8.0 km, due to the high turbidity of the water.

Finally, we estimated the amount of groundwater recharge based on these measurements, which revealed that the groundwater recharge from paddy percolation decreased by 270 mm/year (36%), and the recharge from riverbed decreased by 591 mm/year (61%). The total groundwater recharge decreased by 861 mm/year (36%), a value that corresponded to the groundwater level measurements. From these results, we can conclude that the effects of highly concentrated turbid water on the groundwater are quite serious in the Tedori River alluvial fan.

キーワード：地下水、水田浸透量、河川浸透量
Keywords: groundwater, paddy percolation, riverbed seepage

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

源流域における水安定同位体比の高度効果とその平野地下水に対する寄与域の推定～琵琶湖における東西流域の比較～

Altitude effect of water stable isotopic ratio of ravine water and its contribution to groundwater in alluvial plains - Comparison in east and west side catchments of Lake Biwa –

*友澤 裕介[1]、王 崑陽[1]、齋藤 光代[2]、伴 修平[3]、奥田 昇[4]、小野寺 真一[1]
*Yusuke Tomozawa[1], Kunyang Wang[1], Mitsuyo Saito[2], Syuhei Ban[3], Noboru Okuda[4], Shin-ichi Onodera[1]

1. 広島大学大学院総合科学研究科、2. 岡山大学大学院環境生命科学研究科、3. 滋賀県立大学環境科学部、4. 総合地球環境学研究所
1. Graduate School of Integrated Arts and Sciences Hiroshima University, 2. Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University, 3. School of Environmental Science, The University of Shiga Prefecture, 4. Research Institute for Humanity and Nature

流域の水の流動を把握するにあたり，同位体比はトレーサーとして有用である。降水中の水安定同位体比には高度効果などの特性が知られており，それは季節変動と地域性がある。少流域における地下水涵養域を推定するにあたっては，より詳細な高度効果を把握するこが重要となってくる。

本研究では、琵琶湖の東西流域の地下水及び栄養塩類の流動を把握するにあたり、源流域における沢水の水安定同位体比の高度効果の確認を行い，地下水涵養標高の推定を行った。

琵琶湖東側にある芹川上流域の採水は2017年7月，2017年12月，2018年8月に実施した。琵琶湖西側にある安曇川・鵜川上流域の採水は2018年8月に実施した。

結果，東西ともに地下水は表流水より値が低く，かつ沢水には高度効果が確認でき，上流の水が地下水に寄与していると推定できた。酸素安定同位体比の高度効果は，東側：0.15～0.13‰/100m，西側：0.15‰/100m（安曇川上流域のみ）であった。また，既往研究の降水のd値は冬季27‰，夏季16‰であるのに対し，2018年8月採水の安曇川上流域平均値は23‰，鵜川は18‰，芹川は20‰であり，各河川流域の特徴を示していると考えられる。

これらを元に，地下水の涵養標高及び上流域の水の寄与率の推定を行った。

キーワード：安定同位体比、高度効果、地下水涵養
Keywords: stable isotope, altitude effect, groundwater recharge

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

流域土地利用モデルによる全国の河川TNおよびTP濃度係数の算出.
Calculation of TN and TP concentration coefficients of river water for each land use by a simple watershed model.

*吉川 省子[1]、馬 東来[1,4]、齋藤 忠将[1,5]、松森 堅治[2]、伊藤 優子[3]、小林 政広[3]
*Seiko Yoshikawa[1], Donglai Ma[1,4], Tadamasa Saito[1,5], Kenji Matsumori[2], Yuko Itoh[3], Masahiro Kobayashi[3]

1. 農業・食品産業技術総合研究機構　農業環境変動研究センター、2. 農業・食品産業技術総合研究機構　西日本農業研究センター、3. 森林研究・整備機構　森林総合研究所、4. 筑波大学大学院、5. 茨城大学農学部
1. Institute for Agro-environmental Sciences, National Agriculture and Food Research Organization, 2. Western Region Agricultural Research Center, National Agriculture and Food Research Organization, 3. Forestry and Forest Products Research Institute, 4. Graduate school,Tsukuba University, 5. Faculty of Agriculture, Ibaraki University

水田や畑からの窒素やリン等の肥料成分流出による河川の水質悪化が問題となっている。また近年、降雨の気候変動に起因する降雨の激化や局所化による流量や土砂流出量の増大により、肥料成分流出量が増加することも懸念されている。豪雨災害による肥料成分が多く流出する場所や程度を予測することは困難であるが、まず、近年の平均的な窒素、リンの流出程度を把握し、それに基づき、雨の降り方が変わった場合のそれらの増減を予測する方法が合理的であると考えられる。栄養塩流出は、土地利用、植生、保全策、立地条件、降水などの気象条件等により左右される。なかでも、平水年では土地利用の影響が大きいと予想される。ここでは、今後の窒素、リン等肥料成分の流出激化の予測に資するために、全国の河川流域を対象に、土地利用毎の水系へのＴＮ，ＴＰの負荷強度を示す濃度係数を、簡易な流域土地利用モデルにより算出する。公開されているDEM(国土地理院、10B、ラスターデータ)、および高解像度土地利用土地被覆図（JAXA、ALOS AVNIR-2、10mメッシュデータ）を用いて、公共用水域測定地点を下端とする流域と、その流域の土地利用（水田、畑、森林、市街地）面積割合を求めた。一方、環境省の公共用水域測定地点データについて、2000~2009年の10年間の測定データの揃っている地点についてTNまたはTP濃度の算術平均値を求めた。そして流域ごとの土地利用比率を説明変数、流域ごとのTNまたはTP濃度を目的変数とする以下の重回帰式により、各土地利用の負荷強度の指標となる濃度係数を算出した。

$$C = a_1 \quad x_1 + a_2 \quad x_2 + a_3 \quad x_3 + a_4 \quad x_4$$

Cは河川TNまたはTP濃度　a_iは土地利用iのTNまたはTP濃度係数　x_iは土地利用iの面積率
土地利用 i は1;水田、2;畑、3;森林、4:市街地

全国の流域を対象とした解析では、TN濃度係数は、水田、畑、森林、市街地で、1.67 (下限95%値 1.34～上限95% 値 2.01), 4.08 (3.64～4.51)、 0.76 (0.67～0.90)、 3.57 (3.38～3.76) (n=3256)であった。TP濃度係数は、同様に、0.146（下限95%値0.119～上限95%値 0.172）、0.172（0.138～0.206）、0.044（0.033~0.055)、0.267（0.253～0.282）(n=3256)であった。県単位の水田、畑のTNおよびTP濃度係数は、県単位の農地の余剰Nや余剰P（三島ら、2009）とわずかに関係性があったのに対して、県単位の林、市街地のTNおよびTP濃度係数は県の人口密度と対数関数（決定係数R^2　0.45～0.48）で回帰された。

キーワード：流域土地利用モデル、TN、TP、濃度係数
Keywords: watershed land-use model, TN, TP, concentration coefficient

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Possibility of nutrients transportation from littoral slope for enhancement of phytoplankton growth in north basin of Lake Biwa

*伴 修平[1]、易 容[1]、 鑫[1]、丸尾 雅啓[1]、須戸 幹[1]、後藤 直成[1]、村瀬 潤[2]
*Syuhei Ban[1], Rong YI[1], Xin Liu[1], Masahiro Maruo[1], Miki Sudo[1], Naoshige Goto[1], Jun Murase[2]

1. 公立大学法人　滋賀県立大学、2. 名古屋大学
1. The University of Shiga Prefecture, 2. Nagoya University

Nutrient loading from non-point source in a lake ecosystem has not been well recognized yet. In Lake Biwa, total phosphorus (TP) does not decline to the level before eutrophication period, 1960s to 1970s, despite of decreasing the loading from point sources surrounding the lake after that. One of the reasons for no well lowering TP in the lake is attributed to agricultural runoff, in which suspended materials including phosphorus would be deposited to the littoral bottom. In our previous study, subsurface maximum of ammonium as a proxy of dissolved materials from anaerobic interstitial waters in the littoral bottom sediments was found along a transect from littoral to pelagic regions, implying horizontal transportation of nutrients from littoral sediments. There were no such evidences of soluble reactive phosphorus (SRP) yet due to always below the detection limit in the pelagic waters. Recently, we developed modified protocol using an ion chromatography for measuring orthophosphate concentration at nano-molar levels. In this presentation, we’ d like to provide several evidences for horizontal transportation of dissolved nutrients including orthophosphate along a transect from littoral to pelagic sites in north basin of Lake Biwa.

Total of the 6 times transect surveys for determining vertical profiles of nutrients, methane and herbicides were made in 2010-2011. Additional two transect surveys for determining those of nutrients including orthophosphate were made in 16 May and 25 July of 2018. During the 2010-2011 campaigns, *in situ* phytoplankton primary production was measured during the stagnation period using light intensity and chlorophyll *a*concentration monitored by sensors attached to a mooring buoy situated at an offshore station in north basin of Lake Biwa and an equation of photosynthesis - light intensity (P-I) curve.

In 2010-2011 campaigns, we detected sub-surface maximum layer, 20-30 m, of ammonium and methane as a proxy of dissolved materials transported from interstitial water in the sediment of littoral slope. Herbicides, which were used in rice paddy during the rice planting and proxy of materials transported from terrestrial environments surrounding the lake, were also detected in 20-30 m even at the offshore regions in the lake. Primary production monitoring suggested that phytoplankton production depended on some environmental variables other than solar irradiance, e.g. nutrients, until summer months. These results suggested that nutrients for enhancing algal growth might be horizontally transported from sediment in the littoral slope, and that the source of the nutrients might be provided from the drainage of rice paddy.

In 2018 campaigns, sub-surface maximum of ammonium was clearly found along a transect from littoral to pelagic sites in both May and July, but no such sub-surface maximum of orthophosphate was found. Several reasons for failure to find sub-surface maximum of orthophosphate might be proposed. Phosphate would be used by both phytoplankton and bacteria, while ammonium would be used by phytoplankton alone in the euphotic layer. In phosphate limited environment, such as pelagic areas in north basin of Lake Biwa, sub-surface maximum could not be easily detected due to rapid absorption by both phytoplankton and bacteria. Or, a transportation of nutrients from the littoral sloop would sporadically

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

occur, and then we simply missed to detect it. This is on-going research project, and then further studies will be conducted to clarify this issue.

キーワード：水平栄養塩輸送、面源汚濁負荷、農業排水、琵琶湖
Keywords: Horizontal nutrient transportation, non-point source loading, agricultural runoff, Lake Biwa

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

SWAT model analysis for confirming the effects of crop growth on the suspended sediment concentration from a settling basin catchment on Ishigaki island

*Yang Cao[1], Shin-ichi Onodera[1], Mitsuyo Saito[2], Hide Omae[3], Yoshiko Iizumi[3]

1. Graduate School of Integrate Arts and Sciences, Hiroshima University, 2. Graduate School of Environmental and life Science, Okayama University, 3. Tropical Agriculture Research Front (TARF), Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS)

Crop growth has a significant effect on soil erosion in small watersheds. Exploring the characteristics and occurrences of soil erosion in small watersheds assists in our understanding of the water and material cycles in agricultural areas. The small catchment on the tropical island of Ishigaki, Japan, was chosen as the research area. The effects of sugarcane growth at different stages on the suspended sediment concentration in the basin from January 2017 to July 2018 were analyzed based on the Soil and Water Assessment Tool (SWAT) model. This study will explore the possible driving factors of these phenomena. The results show that the suspended sediment concentration in the basin reached its highest value on a rainy day near the sugarcane planting period because of the soil relaxation caused by tillage and cultivation. At the end of the sugarcane growth period, the sediment concentration was not at a high level when the rainfall reached 150 mm, because of the effective protection of the soil by sugarcane. The simulated sediment concentration of precipitation per mm showed that the simulated sediment concentration was at its highest during the crop planting period, followed by the period of bare land, and at the lowest during the crop growth period.

Keywords: SWAT model, Small catchment, Sugarcane, Sediment, Ishigaki

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

熊本県菊池川流域におけるSWATモデルを用いた水・土砂・栄養塩流出量の推定と森林の影響

Estimating the runoff of water, sediment, and nutrient using SWAT model in Kikuchi-river watershed, Kumamoto, and the influence of the forest

*藤井 創一朗[1]、金森 匡彦[1]、永野 裕子[1]、木下 牧[2]、清水 裕太[3]、小野寺 真一[4]
*Soichiro Fujii[1], Masahiko Kanamori[1], Yuko Nagano[1], Maki Kinoshita[2], Yuta Shimizu[3], Shin-ichi Onodera[4]

1.（一社）日本森林技術協会、2. 株式会社　パスコ、3. 国立研究開発法人　農業・食品産業技術総合研究機構　西日本農業研究センター、4. 広島大学大学院総合科学研究科
1. Japan Forest Technology Association, 2. PASCO Corporation, 3. Western Region Agricultural Research Center, National Agriculture and Food Research Organization, 4. Graduate School of Integrated and Arts Sciences, Hiroshima University

近年、有明海をはじめとした閉鎖性海域における富栄養化によって、海産物生産量が打撃を受けるなど深刻な問題となっている。有明海のような閉鎖性海域は河川から流入する水の水質に強く影響を受けると考えられるため、陸域からの排水による負荷がどれくらいか推定することは重要である。しかし、陸域からの排水については、原単位法などによる簡易的な推定によって評価されていることが多く、土地利用による違いや、月単位・日単位での情報は提供されていない。また、陸域における土地利用の中でも特に森林においては、河川水質にもたらすポジティブな影響（いわゆる緑のダム効果）に注目が集まっており、海域の環境改善に重要な役割を持つと想定されている。しかし、こうした森林の影響についてはまだ十分な知見が集まっておらず、特に流域レベルでの解析はほとんど行われていない。そこで、本研究では、有明海に注ぐ流域のうち3番目に大きな流域面積（996km2）を持つ菊池川流域をモデル流域として、SWAT（Soil and Water Assessment Tool）モデルを用いて水・土砂・栄養塩の流出を再現し、陸域からの排水についてより詳細な情報を提供するとともに、河川水質にもたらす森林の影響を推定することを目的とする。

モデルの構築では、菊池川の下流部にある菰田観測所を最下流地点として設定し、それより上流を対象地とした。なお、本流域の半数以上は森林に覆われている。モデル構築に必要なデータとして、土地利用データ、土壌データ、気候データ、30mメッシュDEMデータを収集した。また、モデルのキャリブレーション（調整）・バリデーション（検証）用に、2008年～2016年までの河川日流量、土砂・栄養塩測定データを国交省水文水質データベースおよび国交省九州局において公開されているデータを収集した。さらに、2016年～2017年に菰田において出水時にサンプルを採取し、土砂・窒素・リンの重量を測定した。これらの実測データからモデルのパラメータを調整し、モデルの精度はNash-Sutcliffe indexなど3つの指標から評価した。

構築したモデルは、水・土砂・窒素・リンすべてにおいて満足できる精度で再現されていた。これによって、モデルを構築した2008年から2017年までの1日ごとの水・土砂・窒素・リンの流出量を推定することが可能となった。土地利用別に流出量を比較すると、森林からの水の流出割合は、流域の森林率とほぼ同程度（50~60%）であるのに対し、土砂および窒素・リンでは森林由来の流出量は１～2割程度と少ない傾向にあることがわかった。このことから、森林は土砂・栄養塩濃度の少ない水を供給する機能をもつことが示唆された。このように、SWATモデルを用いて流出を再現することで、陸域からの排水についてより詳細な情報を提供するとともに、河川水質にもたらす森林の影響を推定する上で有益であることがわかった。

【謝辞】本研究は、林野庁委託事業「山地保全調査（水源森林保全調査・有明海等の閉鎖性海域と森林に関する調査）」（平成29年度および30年度）の成果を元に実施したものである。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：SWATモデル、流出量推定
Keywords: SWAT model, Runoff estimation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Atmospheric depositions on forest ecosystems in areas along the Sea of Japan

*伊藤 優子[1]、高瀬 恵次[2]、藤原 洋一[2]、岡本 透[1]
*Yuko Itoh[1], Keiji Takase[2], Yoichi Fujihara[2], Toru Okamoto[1]

1. 国立研究開発法人　森林総合研究所、2. 石川県立大学
1. Forestry and Forest Products Research Institute, Japan, 2. Ishikawa Prefectural University

In recent years, concerns about the effects of excess-nitrogen usage by human activities on terrestrial environment, including forest ecosystems, have been increasing at a global scale. The phenomenon of high-nitrate efflux from several forest watersheds has already been reported in the surroundings of metropolitan areas in Japan. Furthermore, concerns regarding the effects of transboundary air pollution on areas along the Sea of Japan with expanding economic activities have been increasing in Asian countries. However, on-site monitoring throughout the year is difficult in most of these areas because of heavy snow, especially in the mountainous area. Therefore, the behaviors of elements within forest ecosystems throughout a year have primarily not yet been elucidated in this district. This study was conducted to determine the influxes and effluxes of elements in this heavy snowy region and to understand the contribution of transboundary air pollution to the quantity of atmospheric deposition. We also carried out rainfall and stream water investigations from the headwater area to the lower stream area in the Tedori River Basin and an inland mountainous area to understand the geographical distribution of the actual conditions of elements' influxes and effluxes in this region. We started monitoring the major and minor elements in a small forested watershed in the middle part of the Tedori River Basin, Ishikawa prefecture, Japan, in 2013. In this study site, we observed a large amount of precipitation throughout the year. Regarding the annual snowfall amount, there were extensive variations among the years. Seasonal fluctuations were observed in the influx of atmospheric deposition; in particular, the distribution of most of the elements increased during winter. The annual deposition average of inorganic nitrogen (NH_4-N + NO_3-N) in this site was 15.8 kg ha^{-1}. The contribution of winter season deposition to the annual inputs was high. The influx of nitrogen by bulk precipitation during winter season was 2.3 times that of summer, and that of sulfur sulfate was 3.7 times. The nitrogen influx quantity was similar to or more than that reported in nitrogen-saturated forested areas of the Kanto district. Therefore, similar to that in the Kanto district, higher nitrogen deposition loads from the atmosphere could also be influenced on the effect of nitrogen dynamics and the increase in nitrogen efflux at these forest watersheds. However, the efflux concentrations of most of the dissolved elements in stream water did not show clear seasonal fluctuations. Stream water nitrate concentration was stable and low. In addition to the seasonal fluctuation of nitrogen and sulfur, the ratios among some trace elements, which are anthropogenic substances (Pb, V, As, etc.), and sea salts and yellow sand could be useful indicators to elucidate the contribution of transboundary air pollution to these regions. We compared the element inputs associated with precipitation during the non-snowy season (July–November) at six locations in the Tedori River Basin and one location in the inland area. The inorganic nitrogen and sulfuric acid sulfur influxes were the largest at the middle reaches of the Tedori River Basin. The inflow amount of inorganic nitrogen and sulfuric acid sulfur at two points in the mountainous area was approximately half or less than that at the middle region and was approximately the same as the inflow amount at the inland mountainous area. Furthermore, we investigated stream water, spring water, and ground water samples from the headwater area to the lower stream area in the Tedori River Basin. The nitrate concentrations in all the samples ranged from 0.00 to 2.93 mgL^{-1} (median value: 0.69 mgL^{-1}). In contrast, the nitrate concentrations of stream water in the Tsukuba experimental forest watershed, which has been reported as a

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

nitrogen-saturated forested area of the Kanto district, were much higher (average value: 7.56 mgL^{-1}) than those in the Tedori River Basin. Compared with the influx, the efflux concentrations of nitrate in the water samples were generally very low around this basin. Therefore, higher nitrogen depositions have not yet distinctly influenced the nitrate concentrations of stream water in this area. To elucidate the influence of transboundary air pollutant influx on the entire Tedori River Basin, it is necessary to evaluate the inflow amount during the snowy season in the mountainous area. Therefore, it is important to establish a method that can be used to observe the influx and efflux of elements throughout the year even in mountainous areas with heavy snow.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Continuous and simultaneous flux measurement of N_2O and CO_2 from agricultural soil using a portable multi-turn time-of-flight mass spectrometer

*中山 典子[1]、岩井 祐介[1]、当真 要[2]、古谷 浩志[1]、波多野 隆介[3]、豊田 岐聡[1]
*Noriko Nakayama[1], Yusuke Iwai[1], Yo Toma[2], Hiroshi Furutani[1], Ryusuke Hatano[3], Michisato Toyoda[1]

1. 大阪大学、2. 愛媛大学、3. 北海道大学
1. Osaka University, 2. Ehime University, 3. Hokkaido University

Agricultural soil is one of the important sources/sinks of greenhouse gases such as N_2O, CO_2, and CH_4. The formation and consumption of such greenhouse gases in agricultural soils are dependent on not only the chemical and biological properties of the soil, but also their variations. Hence continuous monitoring of such greenhouse gases as tracer gases are quite useful to track chemical and biological processes and variations of soil properties.

In this paper, we describe a new field-deployable gas flux measurement system for the continuous monitoring of multiple agricultural soil gases (N_2O, CO_2, and CH_4) using a high resolution multi-turn time-of-flight mass spectrometer (MULTUM) combined with an automated flux chamber system. The new system measured the soil gases every 2.5 min with the precisions of ~6% for N_2O, CH_4, and 2% or better for CO_2 and O_2 at atmospheric concentrations with one relative standard deviation (RSD) for n = 10.

To demonstrate the utility of the continuous multi-gas flux measurement system, we conducted a field study at the Ehime University farm (Ehime, Japan) from September 3rd to 8th, 2018. In the field study, an automated flux chamber was placed in the agricultural field and the soil gas concentrations in the chamber were continuously monitored by the MULTUM system. Soil temperature/moisture sensor were also monitored at the depth of 7.5 cm underground in addition to a weather information (wind speed, precipitation, solar radiation). The continuous measurement had been continued with operators almost unattended except for a daily system check.

For one flux measurement (20 min), eight gas samples were taken every 2.5 min with the flux chamber closed. Gas flux of N_2O and CO_2 had been carried out by applying linear regression to the eight gas measurements. We found that a significant correlation of N_2O flux with soil electrical conductivity and water content, although no significant correlation of CO_2 flux to soil electrical conductivity was observed. Significant and rapid decreases in N_2O and CO_2 flux during rainfall events were also observed. Our preliminary result shows that high time-resolution flux data obtained by MULTUM system is quite useful for tracking the variation in soil properties and biological processes and their activity in soil environment.

キーワード：オンサイト質量分析法、マルチターン飛行時間型質量分析計、大気土壌間ガスフラックス
Keywords: on-site mass spectorometry, MULTUM, soil-to-atmospher gas flux

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Effects of introduction of cyclic irrigation system on mass balances of SS and T-P in Lake Inbanuma, Chiba, Japan

*久保田 富次郎[1]
*Tomijiro Kubota[1]

1. 国立研究開発法人　農業・食品産業技術総合研究機構　農村工学研究部門
1. National Agriculture and Food Research Organization, Institute for Rural Engineering

Introduction

The introduction of cyclic irrigation has been advanced since 2010 in the Lake Inbanuma as part of the update project of the irrigation facilities. In the present study, mass balances of SS and T-P were examined before and after the introduction of the cyclic irrigation.

Materials and methods

The irrigation block where the cyclic irrigation began in 2015 was selected as the investigation site, and the investigation was executed to the irrigation period in 2014 and 2015. The hydrological and water quality investigation was executed at ① division works of irrigation canal and ② drainage pumping station. Water samples were taken at the two points and the TOC, SS, TN, NO3-N, NO2-N, NH4-N, TP, and PO4-P were analyzed in the regular investigation executed about once a month. Besides regular investigation, water samples were taken once a day (8:00AM or noon) by the automatic water sampler and SS and T-P were analysed. The turbidity and water level were measured every ten minutes by using data loggers at same sites. The turbidity data were converted into the concentration of SS and TP by using the regression curve. The quantity of water intaken from the lake and drainage to the lake were obtained from the records of the facility manager.

Result and discussion

The inflow and outflow loads and the balance were calculated before and after the introduction of the cyclic irrigation. In 2014, before the start of cyclic irrigation, both the outflow loads of SS and T-P were small to compare with those inflow loads. The amount of accumulation of SS and T-P were about 1.3t and 2kg respectively when having no rainfall in the irrigation block. On the other hand, the outflow of SS and T-P were about 3.5t/day and 20kg/day respectively in rainy days. If 2015 year is compared to 2014, it had increased in T-P though the load of irrigation water each day at no rainfall periods and it had not been change in SS though an accurate comparison is difficult according to the missing value. However, after the cyclic irrigation had been started, the amount of the outflow loads had decreased greatly like 35% in SS and 38% in T-P. The balance of the outflow loads during the irrigation periods of 2014 were -470kg/day in SS, which meant the purification type, while +2.6kg/day in T-P. as a result, it was found that the introduction of cyclic irrigation system had worked for water purification in SS and T-P effectively.

キーワード：循環灌漑システム、水質汚染、浮遊物質、全リン
Keywords: cyclic irrigation system, water pollution, suspended solid, total phosphorus

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-GE 地質環境・土壌環境

2019年5月30日(木) 9:00 ~ 10:30 | 301A 3F

[A-GE28] 地質媒体における物質移動，物質循環と環境評価

コンビーナ:小島 悠揮(岐阜大学工学部)、濱本 昌一郎(東京大学大学院農学生命科学研究科)、斎藤 広隆(東京農工大学大学院農学研究院)、森 也寸志(岡山大学大学院環境生命科学研究科)、座長:小島 悠揮(岐阜大学)、濱本 昌一郎(東京大学)、森 也寸志(岡山大学)、斎藤 広隆(東京農工大学)

土壌や岩石からなる地質媒体における物質の移動と循環，並びにエネルギーの輸送について，室内実験，現位置試験，フィールド調査，解析・評価モデル及び関連応用分野への適用など，広い視点から議論し，国内外における最新成果の交流を図る。地質汚染，環境修復，地層処分，地中熱利用等未解明部分の多いヴェイドスゾーン（不飽和帯）における物質移動，熱輸送，衛星観測等を用いた土壌水分モニタリング及び環境影響評価に関する研究発表を特に歓迎する。

9:00 ~ 9:25

[AGE28-01] **Humic substances in deep sedimentary groundwater**

★Invited Papers

*斉藤 拓巳[1] (1.東京大学大学院工学研究科)

9:25 ~ 9:40

[AGE28-02] Nano-Bubble Retention in Saturated Porous Media under Different Solution Chemistry

*濱本 昌一郎[1]、杉本 卓也[1]、竹村 貴人[2]、西村 拓[1]、Bradford Scott[3] (1.東京大学大学院農学生命科学研究科、2.日本大学文理学部、3.アメリカ農務省塩類研究所)

9:40 ~ 9:55

[AGE28-03] **Geochemical Investigation of Metals and Trace Elements around the Abandoned Cu – Ni Mine Site in Selibe Phikwe, Botswana**

*Fiona Segolame Motswaiso[1]、Kengo - Nakamura[1]、Noriaki - Watanabe[1]、Takeshi - Komai[1] (1.Tohoku Univeristy Graduate School of Environmental Studies)

9:55 ~ 10:10

[AGE28-04] Removal of Arsenic (III) From Aqueous Solution Using Pumice and Zeolite Supported Zero-Valent Iron Nanoparticle

*Shashi Ranjan[1]、Brijesh kumar yadav[1]、Himanshu Joshi[1] (1.Indian Institute of Technology Roorkee)

10:10 ~ 10:25

[AGE28-05] **Unsaturated Hydraulic Conductivity Estimation from Multi-step Centrifuge Outflow**

*Thanh Long Bui[1]、Yasushi Mori[1] (1.Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University)

10:25 ~ 10:30

Discussion

Humic substances in deep sedimentary groundwater

*斉藤 拓巳[1]
*Takumi Saito[1]

1. 東京大学大学院工学研究科
1. School of Engineering, The University of Tokyo

Humic substances (HSs) are ubiquitous in various environments and play important roles for the fate of nutrients and pollutants. Deep underground environment is not an exception, although the properties of HSs there are largely unknown due to their limited availability. Recently, we reported the physicochemical and ion-binding properties of HSs extracted from sedimentary groundwater at -250 m below ground surface of the Horonobe underground research center operated by the Japan Atomic Energy Agency. The Horonobe HSs (HHSs) consist of relatively small organic molecules rich in aliphatic carbon and reduced sulfur. The densities of acidic functional groups such as carboxylic groups are relatively high for HHSs, and they are chemically homogenous. Nevertheless, the binding of Cu^{2+} to HHSs are smaller than that to surface HSs, suggesting the presence of different coordination environments for Cu^{2+} in HHSs. Cadmium, a thiophilic metal, tends to form CdS(s) nano-particles with HHSs likely due to the high concentrations of reduced sulfur. In this talk, the particularity of the HHSs will be discussed, comparing their properties with those of their counterparts in surface environments.

キーワード：腐植、地下水
Keywords: Humic substance, Groundwater

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Nano-Bubble Retention in Saturated Porous Media under Different Solution Chemistry

*濱本 昌一郎[1]、杉本 卓也[1]、竹村 貴人[2]、西村 拓[1]、Bradford Scott[3]
*Shoichiro Hamamoto[1], Takuya Sugimoto[1], Takato Takemura[2], Taku Nishimura[1], Scott A Bradford[3]

1. 東京大学大学院農学生命科学研究科、2. 日本大学文理学部、3. アメリカ農務省塩類研究所
1. Department of Biological and Environmental Engineering, The University of Tokyo, 2. College of Humanities and Sciences, Nihon University, 3. U. S. Salinity Laboratory

An understanding of nano-bubble (NB) migration in porous media is needed for potential environmental applications. This research investigates factors that control the transport, retention, and release of air NBs in repacked glass beads. One-dimensional column transport studies with air NBs were conducted under different solution IS, ionic composition, and pH conditions. Collected data were simulated using a mathematical model that considered advective and dispersive transport, first-order kinetic retention, and transient release. Results were interpreted with the aid of interaction energy calculations that considered electric double layer, van der Waals, and Lewis acid-base interactions on surfaces with different amounts of nanoscale roughness. NB concentrations in the effluent were reduced with an increase in ionic strength (IS) or a decrease in pH due to a reduction in the repulsive force between the glass surface and NBs, especially when the solution contained Ca^{2+} as compared to Na^{+} and for larger NBs. NB retention on the surface was explained by ubiquitous nanoscale roughness on the glass beads that significantly lowered the energy barrier, and localized attractive charge heterogeneity and/or hydrophobic interactions.

キーワード：ナノバブル、輸送、多孔質体、溶液化学性
Keywords: Nano bubble, Transport, Porous media, Solution chemistry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geochemical Investigation of Metals and Trace Elements around the Abandoned Cu –Ni Mine Site in Selibe Phikwe, Botswana

*Fiona Segolame Motswaiso[1], Kengo - Nakamura[1], Noriaki - Watanabe[1], Takeshi - Komai[1]

1. Tohoku Univeristy Graduate School of Environmental Studies

Metals and trace elements may occur naturally in rocks and soils, but elevated quantities of them are gradually released into the environment by anthropogenic activities such as mining. In order to address issues of trace element water and soil pollution, a distinction needs to be made between natural and anthropogenic anomalies. The current study aims at characterizing the spatial distribution of trace elements and evaluate site-specific geochemical background concentrations of trace elements in the mine soils and river sediments and also to discriminate between lithogenic and anthropogenic sources of enrichment around a copper-nickel mining town in Selibe-Phikwe, Botswana.

A total of 43 soil, 30 river sediments, and 9 river water samples were collected from an area of 500m2 within the precincts of the mine. The total concentration of Cu, Ni, Pb, Cr, As, and Co in soils and sediments were determined using ED-XRF while river water samples were analyzed by ICP-AES. Geochemical pollution indices such as Geo-accumulation Index (Igeo), Enrichment Factor (EF) and Integrated Pollution Index (IPI) were employed for the assessment of metal and trace element contamination. The average metal concentration in soil of Cu, Ni, Pb, Cr, As, and Co in the study area were 73.27, 78.10, 25.83, 61.43, 4.28 and 6.43 mg/kg, respectively. To calculate the geochemical baseline, Relative cumulative frequency curves and the 4 s -outlier test methods suggested by Matschullat (2000) were incorporated. The estimated average baseline concentrations of Cr, Cu, Ni, Co, Zn and As are 53.8, 51.85, 53.95, 5.6, 32.36 and 4.27 mg kg 1, respectively. Soil leachate, sediment leachate, and river water pH levels ranged from basic (9) to very acidic (3) in areas closer to the mine. There is high variation in heavy metal concentration, eg. Cu, depicting regional natural background concentrations while others depict anthropogenic sources. The calculated Igeo values revealed moderate pollution level by the same metals. The result of integrated pollution indices suggested a generally deteriorating site quality. The results of chemical analysis also indicate that the trace elements in soils decreased with respect to distance from the mine; controlled mainly by water movement, wind direction, and topography.

Keywords: Soil Contamination, Geochemical baseline, Pollution indices, Trace elements

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Removal of Arsenic (III) From Aqueous Solution Using Pumice and Zeolite Supported Zero-Valent Iron Nanoparticle

*Shashi Ranjan[1], Brijesh kumar yadav[1], Himanshu Joshi[1]

1. Indian Institute of Technology Roorkee

Arsenic is a naturally occurring toxic element and is widely distributed in natural ecosystems. Due to the natural as well as human-induced actions, its presence in groundwater is expanding its horizons and is becoming a major concern in lower Gangetic plains. Large active surface area and high arsenic adsorption capacity make nano-zero valent iron nanoparticle (nZVI) a promising adsorbent to remove arsenic species but due to high surface energy and the inherent magnetic forces of nZVI, it gets agglomerated and reduces its efficiency for adsorption. The objective of the present study was to develop supported nZVI over the porous material (pumice and zeolite) and their use for As (III) removal from aqueous solution. The chemical approach, i.e., Liquid Phase Synthesis, was used to infuse the iron nanoparticle on the surface of the porous material via reduction of iron in the presence of the base material by sodium borohydride. The shape, size, and surface morphology studied by Fe-SEM and shows a uniform distribution of nZVI over the surface of granular (0.5-1 mm) base materials. Batch studies were performed to determine the applicability of prepared composites as an adsorbent for As (III) removal at varying initial As (III) concentration (0.5 -5 mg/L), adsorbent dose (1-10 g/L) and pH (3-12). Adsorption kinetics and isotherms were studied in detail for the synthesized adsorbent to deduce the overall performance. Batch experiments demonstrated the quick removal of As (III) at initial stages followed by a slower removal rate, making it a two-stage process. The supported nZVI was found to be an effective adsorbent for As (III) removal and due to its mechanical strength, it can be applied for in-situ remediation of arsenic-polluted groundwater

Keywords: Arsenic, Nano Zerovalent Iron, Remediation, Pumice and Zeolite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Unsaturated Hydraulic Conductivity Estimation from Multi-step Centrifuge Outflow

*Thanh Long Bui[1], Yasushi Mori[1]

1. Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University

In the age of blooming technologies, direct and indirect laboratory methods, which identified soil function, are developed to shorten experiment time. In developing countries of Asia area, research on soil physic is sometimes limited because it is not easy to bring samples from those countries. In addition, it is impossible to identify soil function from the soil sample without original structure. Therefore if we can measure soil hydraulic conductivity or water holding capacity with small volume of samples, it is very beneficial for the region where soil data is limited. In this study, centrifuge multi-step outflow method was examined to estimate drainage process, i.e., unsaturated hydraulic properties.

The experiment was conducted using 2-mL centrifuge tube with two pin-holes at the top and bottom of the tube. After saturated from the bottom, multi-step pressurized outflow was performed on four kinds of soil samples including standard soil, granite decomposed soil, rice paddy field soil and volcanic ash soil. Transient outflow volume was measured using small centrifuge machine within 5 and 15 minutes at room temperature (25oC). The centrifuge pressure step was 1000, 2000, 3000, 4000, and 5000rpm, which was approximately 90, 360, 810, 1400, and 2250cmH2O respectively. Based on the outflow volume and accumulated time as input data for inverse solution model (HYDRUS 1D v4.6), hydraulic conductivity was optimized.

We found out that the optimization was successful with clayey soils and volcanic ash soils, but not with granite decomposed soil and standard sandy soils. The more sand particles it contained, the less convergence for hydraulic conductivity optimization we had obtained.

Keywords: Unsaturated Hydraulic Conductivity, Multi-step outflow, Centrifuge

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] Eveningポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-GE 地質環境・土壌環境

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_10

[A-GE28] 地質媒体における物質移動，物質循環と環境評価

コンビーナ:小島 悠揮(岐阜大学工学部)、濱本 昌一郎(東京大学大学院農学生命科学研究科)、斎藤 広隆(東京農工大学大学院農学研究院)、森 也寸志(岡山大学大学院環境生命科学研究科)

土壌や岩石からなる地質媒体における物質の移動と循環，並びにエネルギーの輸送について，室内実験，現位置試験，フィールド調査，解析・評価モデル及び関連応用分野への適用など，広い視点から議論し，国内外における最新成果の交流を図る。地質汚染，環境修復，地層処分，地中熱利用等未解明部分の多いヴェイドスゾーン（不飽和帯）における物質移動，熱輸送，衛星観測等を用いた土壌水分モニタリング及び環境影響評価に関する研究発表を特に歓迎する。

[AGE28-P01] Vegetation pellets development and feasibility evaluation for unmanned-aerial-vehicle seeding on post-landslide sites

*Hsu Kai-Chi[1]、Song Guo-Zhang[1]、Lin Shin-Hwei[1]、Chang Chi-Hao[2] (1.Department of Soil and Water Conservation, National Chung Hsing University、2.Department of Landscape Architecture, Tunghai University)

[AGE28-P02] フィリピン・コルディリエーラの棚田の保全に関わる土壌環境特性

*黒住 知代[1]、森 也寸志[2]、宗村 広昭[2]、Milagros How[3] (1.岡山大学環境理工学部、2.岡山大学大学院環境生命科学研究科、3.Universal Harvester Incorporated)

[AGE28-P03] Web-based interactive platform for analysis of regional-scale groundwater resources

*Chuen-Fa Ni[1]、I-Hsien Lee[1]、Chi-Ping Lin[1]、Wi-Ci Li[1] (1.National Central University)

[AGE28-P04] 地殻流体の流動特性の高精度評価に向けた粘性・透水係数同時測定システムの開発

*村本 智也[1]、藤田 佳孝[1]、梶川 宏明[1]、飯泉 英昭[1]、井出 一徳[1] (1.国立研究開発法人 産業技術総合研究所, 計量標準総合センター)

[AGE28-P05] Soil hydraulic parameter estimation by evaporation method

窪田 新太郎[1]、*斎藤 広隆[1] (1.東京農工大学大学院農学府)

[AGE28-P06] Measurement of apparent gas diffusion coefficient in poorly tilled seedbed under windy condition.

*松本 宜大[1]、吉田 修一郎[1]、関矢 博幸[2]、西田 和弘[1] (1.東京大学大学院農学生命科学研究科、2.農研機構北陸研究センター)

[AGE28-P07] Evaluating improvement techniques for phytosuction separation method to remove heavy metals from contaminated soils

*小島 悠揮[1]、寺田 隼大[1]、加藤 雅彦[2]、神谷 浩二[1] (1.岐阜大学工学部、2.明治大学農学部)

[AGE28-P08] Transport of Colloidal Particles in Saturated Toyoura Sand: Effects of Flow Rate on Importance of Electrostatic Repulsion

*杉本 卓也[1]、濱本 昌一郎[1]、西村 拓[1]、足立 泰久[2]、小林 幹佳[2] (1.東京大学大学院農学生命科学研究科、2.筑波大学生命環境系)

[AGE28-P09] Leaching behavior of As, Pb, Cd and Se in subsurface marine and nonmarine sedimentary environment in central Kanto plain, Japan

*SUSHMITA HOSSAIN[1]、Takashi Ishiyama[2]、Shoichi Hachinohe[2]、Chiaki T. Oguchi[1] (1.Graduate school of Science and Engineering, Saitama University、2.Center for Environmental Science in Saitama)

[AGE28-P10] Colloid transport in a quasi-saturated porous media

*大古 湧之[1]、杉本 卓也[2]、濱本 昌一郎[2]、西村 拓[2] (1.東京大学農学部、2.東京大学大学院農学生命科学研究科)

Vegetation pellets development and feasibility evaluation for unmanned-aerial-vehicle seeding on post-landslide sites

Vegetation pellets development and feasibility evaluation for unmanned-aerial-vehicle seeding on post-landslide sites

*Hsu Kai-Chi[1]、Song Guo-Zhang[1]、Lin Shin-Hwei[1]、Chang Chi-Hao[2]
*Kai-Chi Hsu[1], Guo-Zhang M. Song[1], Shin-Hwei Lin[1], Chi-Hao Chang[2]

1. Department of Soil and Water Conservation, National Chung Hsing University、2. Department of Landscape Architecture, Tunghai University
1. Department of Soil and Water Conservation, National Chung Hsing University, 2. Department of Landscape Architecture, Tunghai University

Frequent disturbances of typhoons, earthquakes and heavy rains have resulted in many landslides scattering over steep terrains and remote areas of Taiwan. As a result, the general engineering methods may not work well.

In the past, helicopters were used for aerial hydroseeding on such landslides. However, the remediation method with helicopters is complicated. This method takes a lot of manpower and materials. Additionally, the remediation timing is often missed because its preparation is time-consuming.

In recent years, the relevant research and technology of unmanned aerial vehicles (UAVs) are approaching maturity. Compare to helicopters, UAVs have the advantages of mobility and instantaneity. UAVs has many potentials to deliver vegetating materials to landslides.

Traditionally, vegetating materials (liquid or dry powder types) are sprayed to landslide sites through compressors. However, the load of UAVs is limited. They can't carry too much liquid or compressors. In other words, traditional vegetating materials won’t work for UAV methods.

This study was to develop several types of agglomerates by mixing vegetating materials. The agglomerates look like a pellet, so it is called "vegetation pellet". To make sure which pellets can be applied to what environmental conditions, the water characteristics, pH value, nutrient content and seed germination rate of pellets with different ingredients were analyzed. In the field experiment, seed germination of pellets was monitored after pellets were applied to three different landslide sites.

Results showed that seed germination of pellets is directly related to the level of environmental moisture. If pellets were applied to landslides where rainfall and soil moisture were high, seed germination rates of pellets could reach 80% within three weeks. There were 1~3 germinating woody plants per square meter. Although germination rates of pellets applied during the dry season were nearly nill, seeds in pellets could germinate vigorously after the first wave of rainfall.

Although this study is still in the initial phase of the pellet development, the preliminary experiments showed that using UAVs to deliver vegetation pellets has considerable potentials for landslide remediation. Further studies can vary the fraction of ingredients and the size of pellets to maximize remediation effects.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：Aerial hydroseeding、engineering、remediation、UAV、vegetating material
Keywords: Aerial hydroseeding, engineering, remediation, UAV, vegetating material

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

フィリピン・コルディリエーラの棚田の保全に関わる土壌環境特性
Characterizing Soil Environment in The Rice Terraces of the Philippine Cordilleras

*黒住 知代[1]、森 也寸志[2]、宗村 広昭[2]、Milagros How[3]
*Tomoyo Kurozumi[1], Yasushi Mori[2], Hiroaki Somura[2], Milagros Ong How[3]

1. 岡山大学環境理工学部、2. 岡山大学大学院環境生命科学研究科、3. Universal Harvester Incorporated
1. Faculty of Environmental Science and Technology, Okayama University, 2. Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University , 3. Universal Harvested Incorporated

フィリピンのルソン島北部に位置するコルディリェーラの棚田群は，水源涵養や農地という意味から地域の物質循環と食料生産に貢献している．また，世界遺産に指定されており，文化遺産としての保全が望まれているが，崩落の危機にさらされており，自然科学的にそのメカニズムを明らかにし，効率的な保全が新たに望まれている．本研究では，現地調査と土壌の分析を行い，棚田の崩落と保全に関わる因子を抽出することを試みた．仮説として，棚田は物理的な水貯留構造物であり，棚田一枚あたりの深さと重さが不安定性を生み出すと考えた．バナウェー市を中心にViewDeck, Bangaan，Hapaoについて調査したところ，所々において，棚田の田面水に腐敗又は発酵臭があり，耕盤層が深めに計測された．また，現地浸透試験ではガスの発生があり，透水係数が低い又は計測不能になることがあった．有機物の過剰投入によってガスが発生し，土粒子の沈降・圧密が不十分で耕盤が安定せず，貯留水分が大きく崩落のリスクを抱えていると推定された．有機物の投入は肥沃土を高め収量を増やすことに貢献するが，湛水を基本とする水田管理では土壌環境・水質悪化の原因にもなりうるため棚田の保全と稲の収量のバランスの見極めが必要であると考えられた．

キーワード：棚田、耕盤、フィリピン、世界遺産
Keywords: rice terraces, hard pan, Philippines, World Heritage

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Web-based interactive platform for analysis of regional-scale groundwater resources

*Chuen-Fa Ni[1], I-Hsien Lee[1], Chi-Ping Lin[1], Wi-Ci Li[1]

1. National Central University

With the increasing variability of climate conditions, the sustainable management of groundwater resources has become a challenging task. Accurate assessment of groundwater resources relies on sufficient measurements and efficient analysis tools. The integrated technologies and multidisciplinary knowledge for groundwater have enhance the understanding of dynamics in groundwater systems. Taking advantages of widely developments in computer sciences and web service, the web platform provides an excellent open environment for groundwater investigations. However, most groundwater relevant web platforms are mainly focusing on the data visualization. The data (points, polylines, and polygons) and pre-analysis results (i.e., the figures) overlap a street map to indicate the location of interests and quantify the influenced regions of groundwater hazards. Such one-way interaction framework has significantly limited the implementations of measurement data and groundwater relevant applications. The study aims to develop an online web-based platform for groundwater data visualization, temporal and spatial data analysis, mesh generation and flow modeling. The study integrates multiple program languages such as Java, C, Python, and FORTRAN to bridge the data flow and online visualization. The interactive real-time web environment enables users to screen temporal and spatial measurements on the web map, conduct online data analyses, and develop numerical groundwater models. With well-designed database and numerous modules for data analyses and modeling, the platform allows users to share data and develop collaborative activities. The built-in analysis tools can also improve the efficiency of groundwater management and decision-making processes.

Keywords: groundwater resources, Web-based platform, data visualization, groundwater model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地殻流体の流動特性の高精度評価に向けた粘性・透水係数同時測定システムの開発

Development of simultaneous measurement system of viscosity and permeability for highly accurate evaluation of flow characteristic of Geofluid

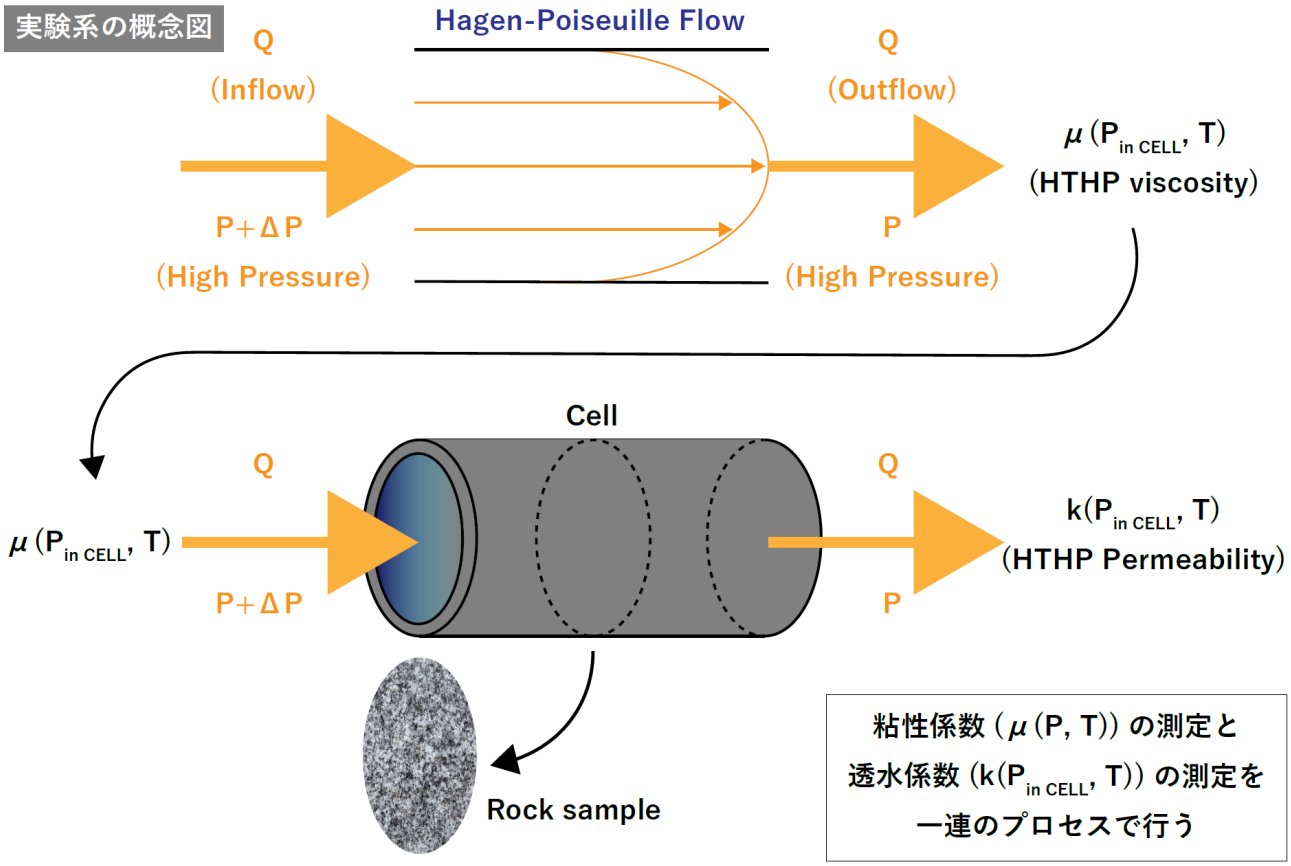
*村本 智也[1]、藤田 佳孝[1]、梶川 宏明[1]、飯泉 英昭[1]、井出 一徳[1]
*Tomoya Muramoto[1], Yoshitaka Fujita[1], Hiroaki Kajikawa[1], Hideaki Iizumi[1], Kazunori Ide[1]

1. 国立研究開発法人 産業技術総合研究所, 計量標準総合センター
1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, National Metrology Institute of Japan

本研究では、高精度粘性測定技術と高精度液体高圧力発生技術を組み合わせることにより、地殻内における流体の挙動を厳密に評価する為の高精度高温高圧粘性・透水係数同時測定システムを開発することを目的とする。地殻をはじめとした多孔質媒体の特徴の一つに、その内部にある複雑な幾何形状をもつ空隙を経路として流体を透過させることができるという点がある。つまり、多孔質媒体は水理学的性質を有している。近年、高レベル放射性廃棄物地層処分システムの長期安定性を評価する上で、また、流体とテクトニックな岩盤の変形の関係性を明らかにする為に、対象となる岩盤の透水・物質輸送特性を詳細に把握する必要性が強調されるようになった。古くより、高圧下にあると考えられる地殻流体の流動特性を把握する為に、数多くの研究開発がなされてきたが、地殻流体の粘性の圧力依存性については見落とされがちであり、それに伴う岩石の透水係数の変化を厳密に評価した研究例は数少ない。透水係数の高精度な測定に関する計量学的視点での技術開発は今までに行われてきておらず、また、一般的に用いられているDarcyの法則の適用限界に関する計量学的な検討は行われてきていない。これらに起因して、高圧下における岩石中を流れる流体の流動状態並びに遷移挙動には不明な点が多々ある。本研究では、細管法による高精度な粘性測定で用いられるHagen-Poiseulleの法則に基づく流れ場の記述と、Darcyの法則に基づく流れ場の記述の類似性に着目して、高温高圧下における粘性・透水係数同時測定システムを開発し、地殻流体の流動特性の本質的な理解に繋げる。

キーワード：Hagen-Poiseulleの法則、Darcyの法則、透水係数
Keywords: Hagen-Poiseulle law, Darcy's law, Permeability

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Soil hydraulic parameter estimation by evaporation method

窪田 新太郎[1]、*斎藤 広隆[1]
Shintaro Kubota[1], *Hirotaka Saito[1]

1. 東京農工大学大学院農学府
1. Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology

An evaporation method to estimate soil hydraulic properties, such as soil water retention curve and unsaturated hydraulic conductivity, has been receiving attention because of its simplicity and flexibility. Depending upon experimental setup, there are several approaches available for data analysis. In this study, a so-called simplified method and a more common but more involved inverse method were compared in terms of estimating soil hydraulic parameters. In the simplified method, soil water retention curve and unsaturated hydraulic conductivity were approximated by assuming that soil water pressure heads measured at two locations within the soil sample were linearly distributed. Parameter α and n which were used in the van Genuchten (VG) soil water retention model were determined by fitting it to the curve obtained by the simplified method. Unsaturated hydraulic conductivity function was then predicted by the van Genuchten-Maulen model with the obtained α and n. For the inverse method, the α and n parameters were directly optimized using a numerical analysis by fitting to measured pressure heads.
In this study, Toyoura sand, Tottori dune sand, glass beads and silt were used. After soil water retention curves were determined using the simplified method, the VG parameters were estimated to predict unsaturated hydraulic conductivity. With the inverse method, the VG parameters were inversely estimated using HYDRUS-1D program. Results showed that the parameters estimated from both the simplified and inverse methods predicted unsaturated hydraulic conductivity well compared to that determined from the simplified method. On the other hand, those for Toyoura sand, Tottori dune sand and glass beads were not well predicted. In general, the unsaturated hydraulic conductivity in the wet region was overpredicted, while that in the dry region was underestimated when the simplified method was used. Overall, this study shows that the simplified method needs to be carefully used especially for coarse materials, such as sand and glass beads.

キーワード：土壌水理特性
Keywords: Soil hydraulic properties

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Measurement of apparent gas diffusion coefficient in poorly tilled seedbed under windy condition.

*松本 宜大[1]、吉田 修一郎[1]、関矢 博幸[2]、西田 和弘[1]
*Yoshihiro Matsumoto[1], Shuichiro Yoshida[1], Hiroyuki Sekiya[2], Kazuhiro Nishida[1]

1. 東京大学大学院農学生命科学研究科、2. 農研機構北陸研究センター
1. Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, 2. National Agricultural Research Center NARO

In the cultivation of soybean in clayey paddy fields, huge clods with diameters of some centimeters are formed by tillage. In soil, movement of gas is usually assumed to be governed by molecular diffusion. On the other hand, in soil layer with huge clods, movement of gas can be enhanced by wind-induced pressure-pumping through large inter-clod pore space under windy condition. Although pressure-pumping is not a diffusive process, this phenomenon can be represented as a diffusive process by the Fick’ s law with the apparent gas diffusion coefficient under windy condition (D_a). However, little work has been done on D_a in poorly tilled soil, especially in situ. This study aimed to compare D_a and molecular gas diffusion coefficient (D_m) in poorly tilled seedbed and quantify how many times D_a is larger than D_m.

The undisturbed poorly tilled soil was sampled on June 2018 just after tillage from the surface of the clayey field where conversion from flooded rice to soybean was conducted this year using the soil column with a diameter of 15.3 cm and a height of 9.7 cm. The porosity and mean clod diameter of the soil were 0.69 and 2.8 cm, respectively. As a control, Mikawa silica sand was packed into the column with a porosity of 0.49. The empty cap with a height of 2.9 cm were attached to the lower end of the column to conduct gas diffusion experiments. The oxygen concentration sensors were installed to the column and cap at 4.7 and 11.7 cm depth from the top of the column, respectively. The top of the column was closed, and then CO_2 gas was injected from the cap to saturate the column with CO_2. After opening the top of the column, O_2 concentration was continuously measured. The gas diffusion coefficient (D_a or D_m) was estimated by fitting the measured O_2 concentration at 4.7 cm and 11.7 cm depth to the numerical solution of the diffusion equation. The diffusion tests under the wind for evaluating D_a was conducted on November 2018 at the field where the soil specimen were taken. Three-dimensional wind velocity at 2 m above the column (U_2) was measured by the ultrasonic anemometer. The diffusion tests without the effect of wind for evaluating D_m was conducted in the laboratory in the same manner.

Under the wind speed U_2 of 1.0 and 1.4 m s^{-1}, the apparent diffusion coefficients D_a for the sand column were both 0.020 cm^2 s^{-1}, which was close to the measured D_m for the column: 0.019 cm^2 s^{-1}. Thus, the gas diffusion in the sand column was governed by the molecular diffusion alone. On the other hand, the D_as for the poorly tilled soil column under U_2 of 1.5, 2.3, and 4.1 m s^{-1} were 0.065, 0.075, and 0.097 cm^2 s^{-1}, respectively, while the D_m for the column was 0.036 cm^2 s^{-1}. This result shows the wind induced two to three-fold increase of apparent gas diffusion coefficient through the inter-clod pores of the poorly tilled soil, while the effect does not work on the sand layer.

キーワード：粘土質転換畑、耕耘、土塊、ガス移動、ポンピング
Keywords: clayey rotational paddy field, tillage, clod, movement of gas, pressure-pumping

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Evaluating improvement techniques for phytosuction separation method to remove heavy metals from contaminated soils

*小島 悠揮[1]、寺田 隼大[1]、加藤 雅彦[2]、神谷 浩二[1]
*Yuki Kojima[1], Hayata Terada[1], Masahiko Katoh[2], Kohji Kamiya[1]

1. 岐阜大学工学部、2. 明治大学農学部
1. Department of Civil Engineering, Gifu University, 2. School of Agriculture, Meiji University

Soil contamination by heavy metals has been a critical issue because heavy metals are bonded with soil particles tightly and are difficult to remove. Phytoextraction is one of the soil decontamination methods that plants growing at contaminated sites extract contaminants with soil moisture. Although the phytoextraction is environmentally friendly and low in cost, removal rates of contaminants are limited because plants growth is inhibited due to the toxicity of contaminants. Katoh et al. (2016) proposed a new method for heavy metal decontamination, phytosuction separation (PSS), which utilizes plant water uptake and an immobilization material (they used hydroxyapatite). In PSS, a immobilization material for heavy metals was placed on a contaminated soil, and plants grow in non-contaminated soil mounded on the immobilization material. Plant water uptake induces heavy metal transfer from contaminated soil toward the immobilization materials. Since plants are protected from the toxicity of heavy metals in this method, the removal rates of heavy metals are much higher than that with phytoextraction. In this study, we aimed to improve the PSS method by i) using new immobilization materials, ii) inducing soil water cycle between the contaminated and non-contaminated soils, and iii) applying organic fertilizer to enhance plant growth and to increase mobility of heavy metals.

We performed pot experiments to evaluate each improvement techniques with lead contaminated soil collected from a shooting range. As a new immobilization material, we examined iron slag and commercialized adsorption sheet. Water cycle between contaminated and non-contaminated soils are induced by changing position of water supply. Katoh et al. (2016) supplied water from contaminated soil, but we supplied from non-contaminated soils. The water supplied to non-contaminated soil move downward by gravity and reach contaminated soil, and then go back to the non-contaminated soil by plant water uptake. Plant roots produce organic acid and it will be transferred to the contaminated soil with water. Since organic acid increase mobility of lead, the water cycle possibly improve the efficiency of PSS method.

The results showed poor plant growth when slag and commercialized sheet are used as a immobilization material compared with when hydroxyapatite was used. Obviously the plants growth was inhibited by the toxicity of lead. The slag did not have enough ability to immobilize the lead, possibly due to the small soil moisture content in PSS method. The commercialized sheet allowed plant roots penetrate itself and the roots reached contaminated soil. The water cycle increased soluble lead content in contaminated. It means that organic acid produced by roots reached the contaminated soil. Applying organic fertilizer did not increase soluble lead content in the contaminated soil, but it improved plant growth. Therefore, water cycle and organic fertilizer improves the PSS method, but immobilization materials still need to be investigated.

キーワード：phytosuction separation、heavy metals、soil water cycle
Keywords: phytosuction separation, heavy metals, soil water cycle

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Transport of Colloidal Particles in Saturated Toyoura Sand: Effects of Flow Rate on Importance of Electrostatic Repulsion

*杉本 卓也[1]、濱本 昌一郎[1]、西村 拓[1]、足立 泰久[2]、小林 幹佳[2]
*Takuya Sugimoto[1], Shoichiro Hamamoto[1], Taku Nishimura[1], Yasuhisa Adachi[2], Motoyoshi Kobayashi[2]

1. 東京大学大学院農学生命科学研究科、2. 筑波大学生命環境系
1. Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, 2. Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

There are substantial colloidal particles such as clay minerals and metal oxides in soil environments. Such colloidal particles have been considered as a potential carrier of contaminants in vadose zone and aquifer, due to their surface charges and high specific surface area. Therefore, understanding the transport mechanisms of colloidal particles in soils is essential to predict the fate of the contaminants in the environments. In this study, we analyze deposition rate coefficients of polystyrene latex particles with a diameter of 1 μm in a column packed with Toyoura sand with an average diameter of 0.274 mm as a function of NaCl concentration at three different flow rates. The concentration of the colloids in the effluent was quantified using a spectrometer photometer. The experimental results showed that the deposition rate coefficients of the colloids increased with increasing NaCl concentrations and reached a plateau above a certain NaCl concentration, called the critical deposition concentration (CDC). The CDCs shifts to higher salt concentrations with increasing injected flow rates. We show that this experimental trend can be captured by a simplified model including physico-chemical interactions based on the DLVO theory.

キーワード：コロイド粒子、輸送、多孔質媒体、イオン強度、流量
Keywords: Colloidal particles, Transport, Porous media, Ionic strength, Flow rate

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Leaching behavior of As, Pb, Cd and Se in subsurface marine and nonmarine sedimentary environment in central Kanto plain, Japan

*SUSHMITA HOSSAIN[1], Takashi Ishiyama[2], Shoichi Hachinohe[2], Chiaki T. Oguchi[1]

1. Graduate school of Science and Engineering, Saitama University, 2. Center for Environmental Science in Saitama

Leaching behavior of trace element and heavy metal strongly depends on the physicochemical form termed as chemical speciation in soil and sediment. So that, sediment and soil act as scavenger to transfer naturally or anthropogenically occurring element to subsurface environment with changing environmental conditions. In this research, total 25 boring core sediment samples were investigated at 1 m interval from lowland valley of Yono area, Saitama in Kanto Plain for chemical speciation and potential risk assessment of arsenic (As), lead (Pb), cadmium (Cd) and Selenium (Se) with other metals. Samples were kept in near natural or not oxidized condition applying special preservation technique. A four steps sequential extraction method was adopted to determine chemical speciation. Boring core consist of surface clayey silt, peat, organic rich silt and clay, tuffaceous clay and medium to coarse sand with gravel layer of nonmarine sediment up to 17 m depth, where as from depth of 17 to 20 m transitional sediment are underlain by marine sediment up to 26 m. Total metal concentration, mineral content and chemical speciation concentration were determined by using X-ray Florescence(XRF), X-ray diffractometer (XRD), Inductively coupled plasma mass spectrometer (ICP-MS) and Inductively coupled plasma atomic emission spectrometer (ICP-AES) respectively. Clay minerals distributions were determined specially after application of heat and ethylene glycol treatment and XRD peak analysis. Pore water were collected from each samples and element concentration were measured by ICP-MS and ICP-AES. Under natural condition, pH of the leachate from sediment are not significantly different in nonmarine and marine environment which are ranged from pH 6.55 to 8.04. However, the electrical conductivity (EC) concentration range 53.9 to 72.1 μS/cm in marine and 77.9 to 104.7 μS/cm in surface silty clay sediment, that is quite higher than (7.83 to 25.4 μS/cm) of nonmarine fluvial, peat and tuffaceous clay. Chemical speciation trend for As in marine and nonmarine sediment is Fe-Mn oxide bound > Carbonate bound > Ion-exchangeable bound > water soluble where more than 95-98 % are consist of residual and organic bound in all samples indicates their occurrence are of natural origin. The potential mobile fractions (Fe-Mn oxide bound + Carbonate bound + Ion-exchangeable bound + water soluble) of Se and Cd are less than 5 % of total concentration whereas for Pb, it is less than 1%. Chemical speciation trend for Se is Fe-Mn oxide bound > Carbonate bound > Ion-exchangeable bound > water soluble in fluvial nonmarine sediment differs from the trend in marine environment which seems more bioavailable. For Cd, the trend is Carbonate bound > Ion exchangeable bound > Fe- Mn oxide bound >> water soluble. The speciation trend of Pb and As is similar. In pore water also, the concentration trend is As > Se > Cd >Pb. However, only As conc. in pore water exceeds several times from environmental standard (10 μg/l) of WHO and Japan in leachate and drinking water of both non marine and marine sediment. The highest concentration is 116.42 μg/l at depth of 17.2-17.4 m, 86.14 μg/l at 24.2-24.4 m and 63.12 μg/l at 10.2-10.4 m in transitional, marine and fluvial environment respectively. Pore water concentration of Pb, Cd and Se have not exceeded the environmental standard of leachate and drinking water quality. According to risk assessment, the bioavailable fraction of As, Pb, Se and Cd in both marine and nonmarine sediment is less than 1-5 % of the total concentration indicating low or no risk. However, results suggest that leaching behavior of As differs from Se, Cd and Pb even though according to risk assessment on speciation, they have similar conditions. Pore water as well as groundwater As in fluvial aquifer shows higher concentration which is related to higher potential mobile fractions and enrichment.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Trace element, Chemical speciation, Marine sediment, Risk assessment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Colloid transport in a quasi-saturated porous media

*大古 湧之[1]、杉本 卓也[2]、濱本 昌一郎[2]、西村 拓[2]
*Yushi Ooko[1], Takuya Sugimoto[2], Shoichiro Hamamoto[2], Taku Nishimura[2]

1. 東京大学農学部、2. 東京大学大学院農学生命科学研究科
1. The University of Tokyo, 2. Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

Colloidal particles in soils have been considered as one of the transport carriers for contaminants through groundwater (saturated zone). In natural soil system, repeated wetting-drying cycles often leads to entrapped air in the pores of a water-saturated zone, namely, quasi-saturated condition. However, there are few studies on colloidal transport process in quasi-saturated condition. Therefore, studying the colloidal transport in such quasi-saturated condition is important to understand the phenomenon of colloidal migration in the environments. In this study, we aimed to investigate the effects of entrapped air on colloid transport in porous media based on one-dimensional column experiments. We also characterized entrapped air in the porous media by X-ray CT measurements.
Two different sand columns (1. i.d. 0.9-cm, height 10-cm, 2. i.d. 5-cm, height 10-cm) were prepared for X-ray CT measurements and column transport experiments, respectively. Columns repacked with Toyoura sand were completely water-saturated by applying degassed water to the dry-sand repacked column under vacuum condition. The soil water was drained by applying a suction of 70-cm H2O to the column. By hanging water table, the sand columns were then re-saturated by immersing them in water tank, resulting in quasi-saturated sand columns. In the X-ray CT measurements, the sand column was scanned by X-ray CT device (Metrotom 1500, Carl Zeiss) with spatial resolution of 11.3 micron. In the column transport experiments, the suspension of silica particles (SL) with a diameter of 100 nm in diameter was injected to the columns under saturated and quasi-saturated condition at a constant flow rate. Effluents were collected periodically to measure the turbidity, which represents SL concentrations.
X-ray- CT measurements and subsequent CT image analysis showed the decreased fraction of entrapped air in pore volume and the increased fraction of smaller entrapped air at lower part of the column. Pore-network tortuosity analysis based on the CT images revealed that more tortuous liquid-phase network formed in the quasi-saturated condition as compared to the one under water-saturated condition. As a result of column experiments, the colloid transport was facilitated in the presence of entrapped air compared to the fully -saturated condition. It was suggested that the presence of entrapped air would inhibit the deposition of silica particles at the favorable site on the sand particles.

Acknowledgement: This work was supported by Grant-in-Aid for Scientific Research of Japan Society for the Promotion of Science (JSPS) (Leading Initiative for Excellent Young Researchers, and 16H04411)

キーワード：封入不飽和状態、コロイド、多孔質体、輸送
Keywords: quasi-saturated condition, colloid, porous media, transport

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-GE 地質環境・土壌環境

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | 301A 3F

[A-GE29] エネルギ・環境・水ネクサスと持続的発展

コンビーナ:張 銘(産業技術総合研究所地質調査総合センター地圏資源環境研究部門)、川本 健(埼玉大学大学院理工学研究科)、Jet-Chau Wen(National Yunlin University of Science and Technology)、? 永紅(天津師範大学)、座長:張 銘(産業技術総合研究所)、斎藤 広隆(東京農工大学)、郝 永紅(Tianjin Normal University)

このセッションは、社会の持続的発展を目指し、クリーンエネルギー生産、環境修復と保全、廃棄物管理、水循環、水質モニタリング、水資源管理及びエネルギ・環境・水連鎖作用に係る基礎的及び最新研究成果を幅広く発表と議論する場として提供する。また、水・エネルギ及び環境管理に係る市民意識の向上やステークホルダーエンパワーメントと参加の促進並びに政策決定に関連する社会科学的話題の発表も歓迎する。

10:45 ~ 10:50

Introduction

10:50 ~ 11:05

[AGE29-01] Input-Output Analysis of Taiwan’s Food-Energy-Water Risk

*CHU-CHUN YAO[1]、Gene Jiing-yun You[1] (1.National Taiwan University)

11:05 ~ 11:20

[AGE29-02] **Groundwater potential analysis using the multiple spatiotemporal remote sensing approach in fractured rock of mountainous region**

*Jung-Jun Lin[1,2]、Yuei-An Liou[1]、Chien-Chung Ke[2]、Su-Yun Chi[2]、Jia-Hung Liang[3] (1.National Central Univ.、2.Sinotech Engineering Consultants, Inc.、3.Ministry of Economic Affairs)

11:20 ~ 11:35

[AGE29-03] Estimating Soil Water Content with Color Calibration Method in the Image of Remote Sensing by Unmanned Aerial Vehicle

*Hong-Yi Li[1]、Hong-Ru Lin[1]、Jyun-Lin Chen[1]、Shao-Yang Huang[1]、Jet-Chau Wen[1] (1.National Yunlin University of Science and Technology)

11:35 ~ 11:50

[AGE29-04] **Characterizing Geotechnical Properties of Drinking Water Sludge Blended with Graded Crushed Clay Brick for Road Subgrade: Effects of Gradation and Mixing Proportion of Crushed Clay Brick on CBR and Water Permeability**

*Muhammad Rashid Iqbal[1]、Akihiro Matsuno[1]、Ken Kawamoto[1] (1.Graduate School of Science and Engineering, Saitama University)

11:50 ~ 12:05

[AGE29-05] Investigation and Evaluation of the Multiple-liquefaction Site at the Southern Taiwan

*Chih-Sheng KU[1] (1.I-Shou University)

12:05 ~ 12:15

Discussion

Input-Output Analysis of Taiwan’s Food-Energy-Water Risk

*CHU-CHUN YAO[1], Gene Jiing-yun You[1]

1. National Taiwan University

The water, energy, and food (WEF) nexus means that the three sectors are inextricably linked and that actions in one area more often than not have impacts in one or both of the others. From a national planning perspective, it is necessary to more precisely investigate the relationships among food-energy-water sectors. This study applies input-output analysis based on interdependencies between economic sectors or industries in Taiwan’s food-energy-water challenge and risk. In this study, the research data is based on Taiwan’s trade association tables of 52 economic sectors (including food, energy, and water-related sectors) for the year 1996, 2001, 2006, and 2011. We develop the extrapolation method to produce available I-O table. The future I-O table can be forecasted by applying different predictive models (e.g., linear or nonlinear regressions). We will observe the changes in Taiwan’s economic structures during the time period (e.g., between 1996 and 2001) and also investigate the uncertainty of economic impact focusing on food, energy, and water. Based on the results of analysis of Taiwan’s trade association tables, we can predict the risks that Taiwan’s industries may face under different conditions in the future and might provide some useful information to the government for taking countermeasures.

Keywords: WEF, input-output analysis, extrapolation, I-O table, economic structures, risk

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Groundwater potential analysis using the multiple spatiotemporal remote sensing approach in fractured rock of mountainous region

*Jung-Jun Lin[1,2], Yuei-An Liou[1], Chien-Chung Ke[2], Su-Yun Chi[2], Jia-Hung Liang[3]

1. National Central Univ., 2. Sinotech Engineering Consultants, Inc., 3. Ministry of Economic Affairs

Because of the costly field investigation, an optimum benefit technique, the multiple spatiotemporal remote sensing analysis, was used for long-term monitoring and assessment of groundwater potential capacity. In this study, we used the mentioned approach to derive the spatiotemporal index from Landsat imagery for identifying the land use change and understanding the regional hydrogeological characteristics, such as normalized difference vegetation index (NDVI), soil moisture index (SMI), land surface temperature (LST) and so on. To verify the index evaluation results, the hydrogeological properties including the core inspection, geophysical logging and hydraulic testing of totally 108 boreholes drilling in the fractured rock mass in mountainous region were collected. The pumping test results such as well capacity from 76 groundwater monitoring wells were also used to compare the potential groundwater capacity evaluated from remote sensing analysis. It was found a good agreement between the field investigation data and remote sensing analysis results. Therefore, the multi-scaled comprehensive analyses of natural and anthropogenic geomorphic features are suitable for providing more information to qualify and estimate the selections of investigated sites in the future.

Keywords: groundwater, fractured rock, remote sensing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimating Soil Water Content with Color Calibration Method in the Image of Remote Sensing by Unmanned Aerial Vehicle

*Hong-Yi Li[1], Hong-Ru Lin[1], Jyun-Lin Chen[1], Shao-Yang Huang[1], Jet-Chau Wen[1]

1. National Yunlin University of Science and Technology

From the previous research results, there are many methods for measuring soil water content (SWC), but most of the SWC measurement methods are destructive methods for soil structure. Moreover, it takes a lot of time and manpower. In recent years, the method of estimating SWC from digital images of unmanned aerial vehicle (UAV) is a novel and rapid for measuring SWC non-destructive. While estimating SWC in the field using digital images, the effects are produced sunlight and climates and setting of the camera white balance. While estimating the SWC by digital images, these influences will let these methods have a bias between the hue value of digital images and the color of actual soil. So, the purpose of this study is to add a color calibration method while the process of estimating to remove the influences of sunlight, climates and white balance of camera, to improve the accuracy of estimating SWC by digital images.

At first, this study collected the surface soil samples from 0 to 5 cm below the ground surface at the study site which is the sampling range of in-situ planning. A standard color card (ColorChecker) is placed at the study site as a basis for image color calibration. After that, this study used UAV to take a photo-shooting at 30 meters above the ground, and obtain the digital images of the study site. After the sampling is completed, the surface soil sample is obtained its gravimetric water content by thermogravimetry in the laboratory. Next, the digital images taken by the UAV is used to cut the study area and image color calibration using the image processing software.

Then, using Matlab 2018b software to calculates the hue value of RGB color space (Red (R), Green (G), and Blue (B)) of the digital images before and after the color calibration separately, and transforms them into other six color spaces (normalized RGB, HIS, I1I2I3, Lab, YCbCr, and Lch). At last, this study used multiple linear regression to establish the SWC estimation models separately, and then compare the influences which before and after color calibration.

The results of this study show the influences of sunlight, climates and white balance of camera make a significant bias when estimating SWC using the digital images before color calibration. However, this study which added color calibration improves the accuracy in the estimation of SWC by digital images. Finally, the achievements of this study can apply in reducing the number of water resources of the agriculture irrigation widely.

Keywords: Surface soil, Aerial photo-shooting, Digital image processing, Color calibration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Characterizing Geotechnical Properties of Drinking Water Sludge Blended with Graded Crushed Clay Brick for Road Subgrade: Effects of Gradation and Mixing Proportion of Crushed Clay Brick on CBR and Water Permeability

*Muhammad Rashid Iqbal[1], Akihiro Matsuno[1], Ken Kawamoto[1]

1. Graduate School of Science and Engineering, Saitama University

Effective uses of construction and demolition waste, sludge, and industrial by-products for engineering purposes are highly demanded in developing countries. Currently, these materials are used for other construction works such as ground levelling and backfilling without any quality control of materials and/or directly dumped at the landfill site. In this research, an attempt was made to use drinking water sludge (DWS) by blending with crushed clay bricks (CCB) to propose their utilization for constructing road subgrade. DWS with less than 2-mm was blended with CCB with three different particles range; (a) finer fraction having particle size 2-10mm, (b) Coarser fraction 10-30mm, and (c) graded fraction 2-30mm. The mixing proportion has been controlled from 0 to 100% on the dry mass basis. Geotechnical properties such as California bearing ratio (CBR) and water permeability were investigated in the laboratory. Experimental results showed that addition of a finer fraction of CCB from 0 to 100% with DWS improved CBR values from 45% to 88% which was almost double than the DWS itself and captured a well linear relationship. Up to 60% addition of a coarser and graded fraction of CCB increased CBR value from 45% to 110% which was 2.44 times higher than the DWS itself. However, at 80% addition of CCB, graded fraction enhanced the CBR value more as compared to coarser fraction which was due to the well packing and reduction of the voids. On the other hand, at 100% blend of CCB coarser fraction showed quite higher values which could be due to the breakage of the bigger particles and filling the voids effectively. The water permeabilities of all these blended samples showed a very well relationship with Hazen model as compared to Kozeny-Carman model. It can be concluded that graded and coarser fraction 60% blend had an equal or superiority effect than the 100% of the finer fraction blends. All the tested sample fulfilled the improved subgrade requirement to utilize for the road subgrade.

Keywords: Drinking water sludge, Crushed Clay bricks, California Bearing Ratio (CBR), Water Permeability

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Investigation and Evaluation of the Multiple-liquefaction Site at the Southern Taiwan

*Chih-Sheng KU[1]

1. I-Shou University

Southern Taiwan experienced several large earthquakes on 5 December 1946 (M_w=6.3), 4 March 2010 (M_w=6.4) and 6 February 2016 (M_w=6.6), respectively. Liquefaction phenomenon evidences was observed at Hsinhwa district, Tainan city, Taiwan during the 1964, 2010, and 2016 earthquake. Re-liquefaction at this site was confirmed by GPS surveying at the sand boiling locations after last two earthquakes. Seismic cone penetration test (SCPT) and boring were conducted at this site after 2010, and 2016 earthquake. The recurrence of liquefaction, availability of pre-earthquake logging, and high fine content in the liquefied soil stratum make this case valuable for detail study. This paper presents the results of the investigation and evaluates the liquefaction potential of the reliquefied site by different period exploration data. The comparison of the SCPT strength profile before and after the last earthquakes seems to indicate that no significant variation has occurred in this multiple liquefied site, making the area vulnerable to liquefaction induced sand boiling in future large-scale earthquakes. Liquefaction analyses with in situ test data show that this site is still highly susceptible to liquefaction.

Keywords: Earthquake, Liquefaction, Seismic Cone Penetration Test

03-05-2010

02-13-2016

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-GE 地質環境・土壌環境

2019年5月30日(木) 13:45 ~ 15:15 | 301A 3F

[A-GE29] エネルギ・環境・水ネクサスと持続的発展

コンビーナ:張 銘(産業技術総合研究所地質調査総合センター地圏資源環境研究部門)、川本 健(埼玉大学大学院理工学研究科)、Jet-Chau Wen(National Yunlin University of Science and Technology)、? 永紅(天津師範大学)、座長:川本 健(埼玉大学)、温 志超(雲林科技大学)

このセッションは、社会の持続的発展を目指し、クリーンエネルギー生産、環境修復と保全、廃棄物管理、水循環、水質モニタリング、水資源管理及びエネルギ・環境・水連鎖作用に係る基礎的及び最新研究成果を幅広く発表と議論する場として提供する。また、水・エネルギ及び環境管理に係る市民意識の向上やステークホルダーエンパワーメントと参加の促進並びに政策決定に関連する社会科学的話題の発表も歓迎する。

13:45 ~ 13:50

Introduction

13:50 ~ 14:05

[AGE29-06] Investigating the Reproducibility of Hydraulic Tomography Estimates with Time-Variable Boundary Conditions

*Jian-Dao Li[1]、Jyun-Lin Chen[1]、Hong-Ru Lin[1]、Shao-Yang Huang [1]、Tian-Chyi Jim Yeh[2]、Jet-Chau Wen[1] (1.National Yunlin University of Science and Technology、2.The University of Arizona)

14:05 ~ 14:20

[AGE29-07] **Applying river pollution index and QUAL2K model for water quality assessment and management in Ke-Ya river, Taiwan**

*Hong-Syuan Li[1]、Yu-Chih Lin[1] (1.Department of Environmental Engineering & Health, Yuanpei University of Medical Technology)

14:20 ~ 14:35

[AGE29-08] Environmental assessment at CDW disposal sites in Vietnam: Case study in Thanh Tri landfill, Hanoi

*Thanh Ha Ngo[1]、Akihiro Matsuno[1]、Ken Kawamoto[1] (1.Graduate School of Science and Engineering, Saitama University)

14:35 ~ 14:50

[AGE29-09] **Modeling Study on the Impacts of Groundwater Pumping to Regional Hydroclimatology in 37 World Major Aquifers**

*Pat J.-F. Yeh[1] (1.Monash University Malaysia)

14:50 ~ 15:05

[AGE29-10] CHRATERIZING BURIED WASTE COMPOSITION AT CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE (CDW) DISPOSAL SITE IN VIETNAM: A CASE STUDY IN THANH TRI LANDFILL IN HANOI

*Tselmeg Aldarjav[1]、Akira Kato[1]、Akihiro Matsuno[1]、Ken Kawamoto[1,2] (1.Graduate School of Science and Engineering, Saitama University, Japan 、2.International Institute for Resilient Society, Saitama University, Japan)

15:05 ~ 15:15

Discussion

Investigating the Reproducibility of Hydraulic Tomography Estimates with Time-Variable Boundary Conditions

*Jian-Dao Li[1], Jyun-Lin Chen[1], Hong-Ru Lin[1], Shao-Yang Huang [1], Tian-Chyi Jim Yeh[2], Jet-Chau Wen[1]

1. National Yunlin University of Science and Technology, 2. The University of Arizona

In recent years, the hydraulic tomography (HT) is a popular method for the delineation of the spatial distributions of hydraulic properties in the groundwater aquifer. Previous researches investigated the spatial distributions of hydraulic properties by the HT survey using the constant head boundary condition. However, the constant head is not the real condition in the boundary condition at the field. The study purpose is the case studies of two years at the same site using the time-variable boundary conditions to delineate the reproducibility of hydraulic properties.

The study area is located in National Yunlin University of Science and Technology (NYSUT) campus in Taiwan. The sequential pumping test is carried in 2010 and 2012 were used for the inverse modeling effort to estimate the hydraulic properties. The boundary condition is applied to the HT method using the sensitivity equation method (SEM) to calibrate the time-variable heads. Then, the reproducibility of estimates and prediction were analyzed in two different years. The results show that the more heterogeneity of hydraulic properties. The HT method can be improved using the time-variable boundary conditions.

Keywords: Sensitivity equation method, Boundary condition, Hydraulic tomography, Sequential pumping test, Heterogeneity, Hydraulic property

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Applying river pollution index and QUAL2K model for water quality assessment and management in Ke-Ya river, Taiwan

*Hong-Syuan Li[1], Yu-Chih Lin[1]

1. Department of Environmental Engineering & Health, Yuanpei University of Medical Technology

Waste water from hundreds of factories in Hsiang-Shan industrial park, Hsinchu Science Park, animal husbandry, metal surface electroplating industries, and domestic sewage are discharged into Keiya River HshinChu, Taiwan. In this study, monitoring data of the Keya River was collected, the river pollution index (RPI) and QUAL2K models were utilized for analysis and assessment of water quality. The divide of pollution collection area and evaluation of the assimilative capacity were also discussed.
The results indicated that the main pollutant in the water quality of Keiya River was ammonia nitrogen, which was contained in wastewater discharged from residential areas and Hsinchu Science Park etc., the second was biochemical oxygen demand (BOD). In order to improve the problem of ammonia nitrogen in the rivers, the Taiwan Environmental Protection Agency has tightened the emission limits of ammonia and nitrogen concentrations in wastewater discharges from 2012. The ammonia nitrogen wastewater treatment modules were also installed in the Hsinchu Science Park to reduce ammonia nitrogen emissions into rivers. In addition, the Hsinchu City Environmental Protection Bureau has strengthened the control of the copper standard for discharge water upto 1.5mg/L from 2017, so that the copper concentration in the current river water was maintained at <0.001-0.03mg/L, which was compliance with the environmental standards related to human health protection.

Keywords: river pollution index, assimilative capacity, ammonia nitrogen

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Environmental assessment at CDW disposal sites in Vietnam: Case study in Thanh Tri landfill, Hanoi

*Thanh Ha Ngo[1], Akihiro Matsuno[1], Ken Kawamoto[1]

1. Graduate School of Science and Engineering, Saitama University

In the last recent decade, Vietnam has become one of most developing countries within South East Asia. Due to a rapid increasing of economic and industrial, the amount of construction and demolition waste (CDW) in Vietnam also increasing fast and becoming one of the biggest issue for the surrounding environment. According to MONRE, in 2015, Vietnam produced 1.9 million tons of CDW, while the recycling rate was only accounted for 1 −2%. In particularly, 30% of total solid waste generated in Hanoi was reported as CDW during the period of 2010 −2014. Currently, most of generated CDW from construction and demolition sites is reused on-/off sites without any quality control of materials and dumped at disposal sites along with collected waste from town cleaning (e.g., sludge and soil). At CDW disposal site, there is a potential risk of accepting hazardous and scheduled waste together with non-hazardous waste due to lack of management and control of waste acceptance. Therefore, in order to have environmental risk assessment of CDW disposal sites in Vietnam, it is important to identify the current environmental status of CDW dumping sites according to an appropriate monitoring program. In this study, we assessed qualities of water, gas, and fine residues (soil and fines of dumped CDW) inside the disposal site and its surrounding at Thanh Tri Landfill CDW disposal site in Hanoi as a case study. The final goal of study is to develop a standard monitoring/operating procedure for environmental assessment of CDW disposal sites in Vietnam. The field monitoring of surface gas emission and the sampling of internal gas, water, and fine residues, and investigation of dumped scheduled waste at the site were carried out on December 2018. The internal gas samples were collected at six different points from 0.5 - 1m depth and a flux chamber method applied to determine surface gas emission. The groundwater sample was taken from a well inside the disposal site. Results showed very low concentration of methane (CH4) and Carbon Dioxide (CO2). In the meantime, groundwater quality showed that the amount of Ferrous and Arsenic became higher than Vietnam technical regulation on drinking water (QCVN 01:2009/BYT) and Vietnam technical regulation on domestic water (QCVN 02:2009/BYT).

Keywords: Environmental assessment, CDW disposal sites

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Modeling Study on the Impacts of Groundwater Pumping to Regional Hydroclimatology in 37 World Major Aquifers

*Pat J.-F. Yeh[1]

1. Monash University Malaysia

Groundwater pumping (GWP) introduces dormant fossil waters into the active hydrologic cycle and alters the mand and atmosphere water budgets, but its effects are poorly understood due to the lack of large-scale GWP information and hydrometeorological data to estimate these changes. In this study, two sets of global-scale model simulations by a fully-coupled climate-hydrologic model, one with GWP and the other one without, are conducted for the 1900-1999 period. The effects of GWP in affecting the land and atmospheric water budgets are investigated over the selected 37 major aquifers worldwide by analyzing the output data from both sets of simulations. The entire set of the internally-consistent water budget components, includ precipitation (P), evaporation (E), runoff (R), atmospheric vapor convergence (C), and changes in land, ocean and atmosphere water storages, are analyzed, and their differences between tow simulations are considered the effects due to GWP. The contribution of GWP to global sea level rise (GSLR) as a result of the changes in the land and atmospheric water budgets is also estimated via (1) the direct R contribution from land to ocean and (2) the indirect C contribution via atmospheric interactions.

Keywords: groundwater, water budget, sea level rise, model simulations

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

CHRATERIZING BURIED WASTE COMPOSITION AT CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE (CDW) DISPOSAL SITE IN VIETNAM: A CASE STUDY IN THANH TRI LANDFILL IN HANOI

*Tselmeg Aldarjav[1], Akira Kato[1], Akihiro Matsuno[1], Ken Kawamoto[1,2]

1. Graduate School of Science and Engineering, Saitama University, Japan , 2. International Institute for Resilient Society, Saitama University, Japan

In recent years building and construction work has been growing rapidly in Vietnam, as construction sector expanded simultaneously the waste generated have increased as well. Due to increasing cost and handling availability of CDW disposal the landfilling approach is the most common and cost-efficient way of disposal in developing countries, including Vietnam. On the other hand, due to lack of technical and management abilities, it is very difficult to collect the data on amount and composition of CDW dumped to the landfilling site. The data on amount and composition of dumped CDW is necessary to evaluate the remaining lifetime of present CDW landfills and to examine the possible recycling strategy and method of CDW fills in future. Besides, the waste composition data contributes to classify the type of CDW landfills. The data on the ratio of each amount is currently not available. In this study, a field survey including pit sampling of buried waste, size grading, weighting of graded fractions, and categorization of waste has been done at Thanh Tri landfill site located on the south-eastern side of Hanoi, Vietnam. The final goals of study are 1) to develop a technical manual to investigate buried CDW at disposal sites, and 2) to characterize waste composition, physical and chemical characteristics of dumped waste in Vietnam. The overall procedure of the manual includes 5 parts: 1. Preliminary survey work, 2. Design of CDW composition survey, 3. Set-up of CDW composition survey, 4. Excursion of CDW composition survey, and 5. data analysis. The proposed manual enables not only to measure the waste composition but also to characterize particle size distribution of buried waste.

Keywords: Construction and Demolition Waste , Waste composition, Landfill, Survey, Manual, Vietnam

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] Eveningポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-GE 地質環境・土壌環境

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_11

[A-GE29] エネルギ・環境・水ネクサスと持続的発展

コンビーナ:張 銘(産業技術総合研究所地質調査総合センター地圏資源環境研究部門)、川本 健(埼玉大学大学院理工学研究科)、Jet-Chau Wen(National Yunlin University of Science and Technology)、? 永紅(天津師範大学)

このセッションは、社会の持続的発展を目指し、クリーンエネルギー生産、環境修復と保全、廃棄物管理、水循環、水質モニタリング、水資源管理及びエネルギ・環境・水連鎖作用に係る基礎的及び最新研究成果を幅広く発表と議論する場として提供する。また、水・エネルギ及び環境管理に係る市民意識の向上やステークホルダーエンパワーメントと参加の促進並びに政策決定に関連する社会科学的話題の発表も歓迎する。

[AGE29-P01] **The role of anthropogenic activities in spring discharge cessation: Jinci Springs China**

Yaru Guo[1]、*Yonghong Hao[1]、Chun Zhao[1]、Huan Lian[1] (1.Tianjin Normal University)

[AGE29-P02] **Groundwater response to tidal fluctuations in a leaky confined coastal aquifer with finite length**

*Zhi-Xue Zhao[1]、Tongke Wang[1]、Jun Li[1] (1.Tianjin Normal University, Tianjin, China)

[AGE29-P03] Relationship between "source and sink"landscape patterns and river nutrient discharge in a peri-urban watershed

*Chongwei Li[1] (1.Tianjin Normal University)

[AGE29-P04] Assessing the Urban Storm-Flood Disaster of Zhengzhou city Based on Fuzzy Methods

*Caihong Hu[1]、Xian Du[1]、Ying Zhang[1]、SHAN E HYDER ALIAS TAHIR[1]、Shengqi Jian[1] (1.School of water conservancy and environment, Zhengzhou University, Zhengzhou City, Henan Province, P.R. China, 450001)

[AGE29-P05] Application of RAMMS Software to Predict the submerged area of Debris Flow: A Case Study of Feng-Chiou torrent in Taiwan

*Hsin-Ying Hsieh[1]、Chun-Yi Wu[1] (1.Department of Soil and Water Conservation, National Chung Hsing University)

[AGE29-P06] Applications of the Cholesteric Liquid Crystal (CLC) Sensor to Rapidly Measure the Volatile Organic Compounds in the Atmosphere Environment

Ruey-Fang YU[1]、*GUAN-BO CHAO[1]、Jian-cheng XU[1]、KUANG-PENG HSIEH[1] (1.Department of Safety, Health and Environmental Engineering, National United University, Taiwan, R. O. C.)

[AGE29-P07] Solar Ag/P3HT@TiO_2 Photocatalysis of Phenol Wastewater by a Pilot-Scale Fresnel Lens Assisted IPCC Reactor

*An-Chi Chen[1]、Ting-Yu Zeng [1]、Wen-Shiuh Kuo[1] (1.National United University,Department of Safety, Health and Environmental Engineering)

[AGE29-P08] Using fluorescence quenching effect to investigate the electrical neutralization ability for different aromatic organic compounds

*Yu-Ting Chen[1]、Wen-Po Cheng[1] (1.National United University,Department of Safety, Health and Environmental Engineering)

[AGE29-P09] **Sustainable recovery of sugarcane biowastes to prepare biochar-derived electrodes for recycling of brackish water**

*Shou-Heng Liu[1] (1.National Cheng Kung University)

[AGE29-P10] The National Survey of POPs in Soil: A study of polybrominated diethyl ethers (PBDEs) in Soil in Taiwan

*Shyh-Wei Chen[1]、Ming-Yang Syue[2]、I HSIN LEE[3]、Chia Hsin Li[3]、Yihsin Lai[3]、Bo-Wei Power Liang[3] (1.Chung Yuan Christian Univ. Taiwan、2.Soil and Groundwater Pollution Remediation Fund Management Board, EPA, Taiwan、3.Sinotech Engineering Service LTD., Taiwan)

[AGE29-P11] **Remediation of Total Peteoleum Hydrocarbons in Soils by Combining Cyclodextrin and Microbubble Ozonation**

*Kuan-Yi Kuo[1]、Meng-hau Sung[1]、Fu-yin Xie[1] (1.Department of Environmental Science and Engineering,Tunghai University,Taiwan)

[AGE29-P12] **Treatment of organic pollutants in wastewater by ozone microbubbles and cyclodextrins**

*Fu-Yin XIE[1]、Meng-hau Sung[1] (1.Department of Environmental Science and Engineering,Tunghai University,Taichung City,Taiwan)

[AGE29-P13] High Addition Valued Recycling Technology of Lithium-ion Battery

*YI-CHEN TSENG[1]、TIEN-CHIN CHANG[1]、YI-HSIANG HONG[1] (1.Institute of Environmental Engineering and Management, National Taipei University of Technology, No. 1, Sec. 3, Zhongxiao E. Rd., Da'an Dist., Taipei City 106, Taiwan (R.O.C.))

[AGE29-P14] Applying GIS Site Suitability Analysis to Optimize Landfill Selection in Mozambique

*Chelsea Adelina Langa[1] (1.Tohoku University, Graduate School of Environmental Studies)

[AGE29-P15] Effectiveness of Solidification/Stabilization of a Heavy Metal-Contaminated Soil Using a Sustainable Binder

*Yasong Feng[1,2,3]、Weiyi Xia[1]、Shiji Zhou[1]、Ming Zhang[2]、Yanjun Du[1] (1.Southeast Univ.、2.AIST、3.Tohoku Univ.)

[AGE29-P16] **Determining diffusive parameters using out-diffusion experiment with consideration of sampling effect**

*Ranran Song[1]、Chihiro Inoue[1]、Ming Zhang[2] (1. Tohoku University、2.Geological Survey of Japan, AIST)

[AGE29-P17] **Exploring the removal characteristics of heavy metals employing Nanofiltration (NF) technique**

*Jagdeesh Kumar[1]、Himanshu Joshi[1] (1.INDIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY ROORKEE)

[AGE29-P18] **Potential of Potash Recovery Employing Electrodialysis(ED) Technique from Distillery Effluent**

*SUNIL YADAV[1]、HIMANSHU JOSHI[1] (1.INDIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY ROORKEE)

[AGE29-P19] CHARACTERIZATION OF WATER RETENTION AND MASS TRANSPORT PROPERTIES FOR RECYCLED ROADBED MATERIALS BLENDED WITH AAC FINES

*伊藤 良平[1]、加藤 晃[1]、松野 晃大[1]、川本 健[1,2] (1.埼玉大学大学院理工学研究科、2.ベトナム国立土木工学大学)

[AGE29-P20] **Characterizing Geotechnical Properties of Drinking Water Sludge Blended with Graded Crushed Clay Brick for Road Subgrade: Effects of Gradation and Mixing Proportion of Crushed Clay Brick on Compaction Property**

*Tserenlkham lkhagvasuren[1]、Muhammad Rashid Iqbal[1]、Ken Kawamoto[1] (1.Graduate school of science and engineering Saitama University, Japan)

[AGE29-P21] CHARACTERIZING PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF RESIDUES GENERATED FROM CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE

*カク ネイネイ[1]、川本 健[1]、松野 晃大[1] (1.埼玉大学)

[AGE29-P22] CHARACTERIZATION OF PORE-STRUCTURE PARAMETERS FOR UNDISTURBED AND REPACKED SAMPLES AT FIELD WATER CONTENTS

*Arjun Baniya[1]、Akihiro Matsuno[1]、Ken Kawamoto[1] (1.Saitama University , Graduate school of Science and Engineering)

[AGE29-P23] **CHECK SHEET SURVEY FOR ESTIMATING CDW GENERATION AND CASH FLOW AT BUILDING DEMOLISHING SITES IN HANOI, VIETNAM**

*Cuong Viet Tran[1]、Kawamoto Ken[1] (1.Graduate School of Science and Engineering, Saitama University)

[AGE29-P24] APPLICATION OF CRUSHED GRAINS OF LATERITE AND AUTOCLAVED AERATED CONCRETE FOR HEAVY METAL REMOVAL FROM WASTEWATER

*Buddhika Priyadarshani Bandara Arachchillage[1]、Yuki Yoshida[1]、Pradeep Kumara Gajanayake Mudalige[1]、Akihiro Matsuno[1]、Ken Kawamoto[1] (1.Graduate School of Science and Engineering, Saitama University)

[AGE29-P25] 使用済カルシウム系ヒ素吸着材の環境安定性に及ぼすケイ酸の影響

*杉田 創[1]、小熊 輝美[1]、張 銘[1]、原 淳子[1]、川辺 能成[1] (1.国立研究開発法人　産業技術総合研究所)

[AGE29-P26] The Fate of Chloroethene in Geo-environment

*張 銘[1]、吉川 美穂[1] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター地圏資源環境研究部門)

The role of anthropogenic activities in spring discharge cessation: Jinci Springs China

Yaru Guo[1], *Yonghong Hao[1], Chun Zhao[1], Huan Lian[1]

1. Tianjin Normal University

Most of the karst spring discharge in northern China has been declining since 1950s. Jinci Springs, as one of the typical karst springs in northern China, has dried up in May 1994. In this study, we proposed grey relational analysis with time lag to calculate the delay between spring discharge and precipitation, and set up GM (1, N) model to simulate the spring discharge. The methods were applied to investigate the drying-up of Jinci Springs. Based on its characteristics of the Jinci Springs discharge, we divided the spring discharge into two stages: in the first stage (1954-1960), the spring discharge only affected by climate variations, and in the second stage (1961-1994), the spring discharge impacted by both climate variations and anthropogenic activities. In the first stage, the Jinci Springs discharge had large grey relational degrees with precipitation ahead of one year and three years. Then the GM (1, 3) model with time lag of one year and three years was set up to simulate the spring discharge of the second stage under sole effect of climate variations. Subtracted the observed spring discharge from the simulated spring discharge, we obtained the contribution of human activities to Jinci Springs cessation. Results showed that the contribution of human activities to the cessation of Jinci Springs was 1.456m^3/s, accounting for 70%. The contribution of climate variations was 0.624m^3/s, accounting for 30%. The impact of human activities on the spring cessation surpassed climate variations and became the major factor. The contribution of the groundwater exploitation increment was 0.97m^3/s, the dewatering from coal mining increment was 0.60m^3/s, and the leakage reduction of Fenhe River was 0.19m^3/s. The total amount was 1.76m^3/s. After the Jinci Springs dried up, human further overexploited groundwater about 0.304m^3/s.

Keywords: spring discharge, anthropogenic activities , drying-up, Jinci Springs

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

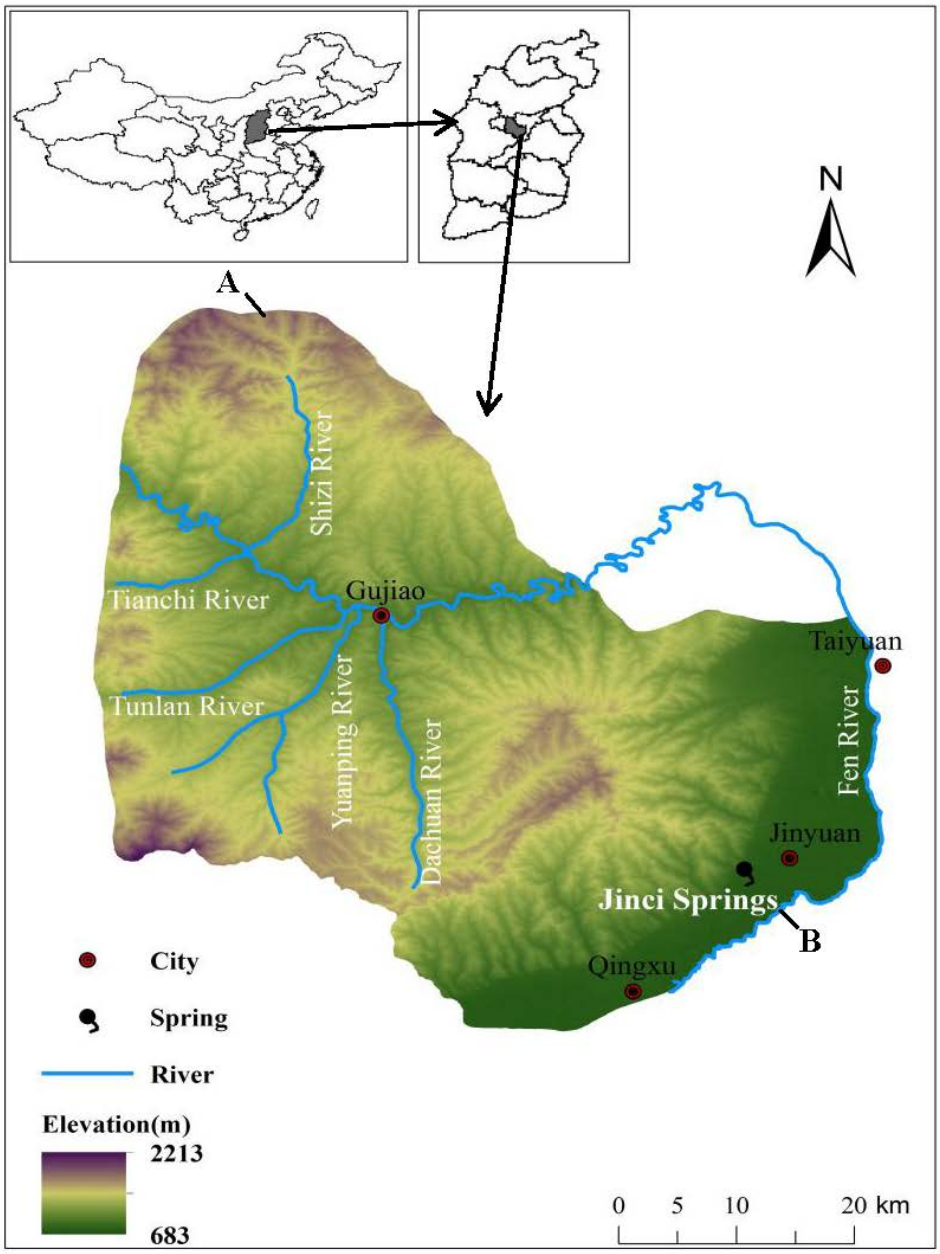


Figure 1 Location and digital elevation model (DEM) of Jinci Springs catchmen

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Groundwater response to tidal fluctuations in a leaky confined coastal aquifer with finite length

*Zhi-Xue Zhao[1], Tongke Wang[1], Jun Li[1]

1. Tianjin Normal University, Tianjin, China

We derive an analytical solution to calculate the groundwater response to tidal fluctuations in a horizontally-finite, leaky, coastal aquifer system. Our solution represents a generalized formulation that encompasses previous results as special cases. Based on the solution, we investigate the joint effects of the leakage and inland aquifer length on the behavior of the groundwater level fluctuation. We show that neglecting the finite-length effect may lead to significant errors in parameter estimations. Moreover, the range where the finite-length effect dominates is quantitatively determined by a characteristic dimensionless parameter. Finally, we demonstrate the usage of the proposed solution in calculating hydraulic properties through an application to a field experiment conducted at the Seine River estuary, France.

Keywords: Coastal aquifer, Analytical solution, Leakage, Tidal effect

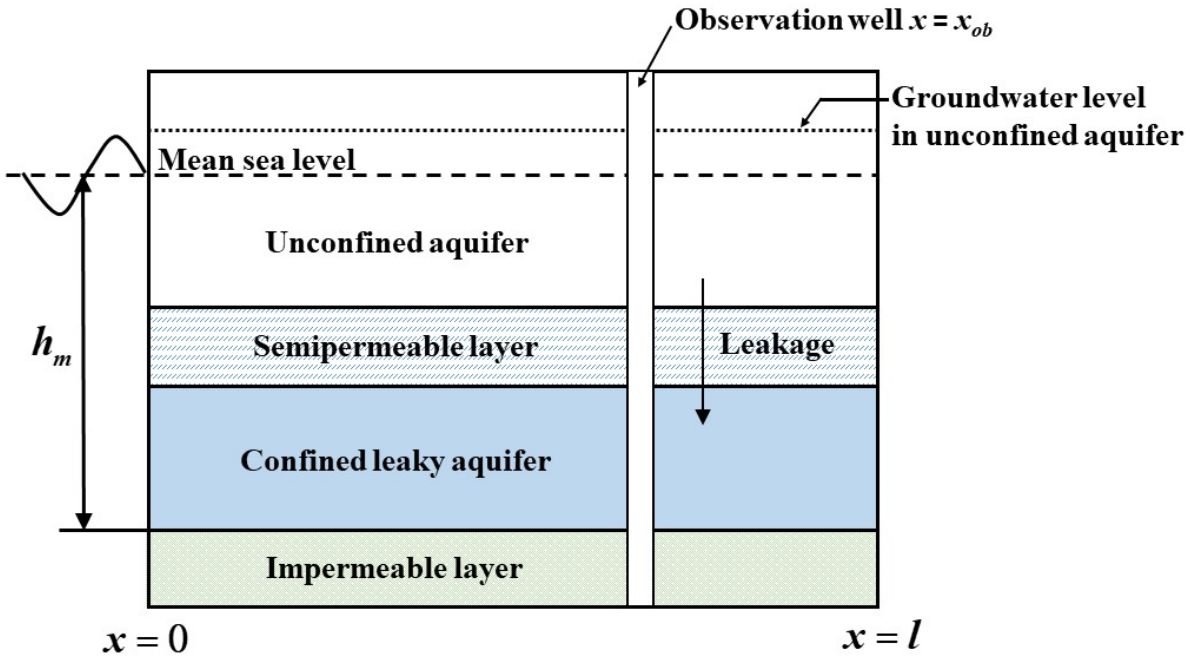


Figure 1 Schematic diagram of the leaky confined aquifer system in coastal areas

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Relationship between "source and sink"landscape patterns and river nutrient discharge in a peri-urban watershed

*Chongwei Li[1]

1. Tianjin Normal University

Better understanding of landscape pattern affects water quality in the peri-urban watershed are essential for sustainable development and utilization of water resources.A peri-urban watershed refers to a watershed located in the transition or interaction zone, landscape features aresubject to rapid modifications induced by human activities.Humans alter land uses and the landscape patterns both temporally and spatially.Land uses in a watershed can be functionally grouped into “source” or “sink” landscapes based on their contribution to the formation of nonpoint-source pollution in the watershed.As a result, the surface runoff and nutrient loading from a watershed are affected not only by the proportion of “source” and “sink” landscapes but also by their spatial arrangement and distribution.The assessment of non-point source pollution in peri-urban and urban watersheds is challenging but crucial for bothwater resource managers and urban planners.
The Yuqiao Watershed located in northern Tianjin City and southern part of Hebei Province, China ,which was chosen as an example of a peri-urban watershed. Based on the "source-sink" landscape characteristic index of the river basin and combined with the water quality data of 33 sub-basins in the river basin of the bridge reservoir in recent years, The relationship between landscape pattern and water quality was analyzed by spatial analysis, correlation analysis and redundancy analysis (RDA) using landscape use and landscape index as explanatory variables and nitrogen and phosphorus load as dependent variables.Results show that Under the influence of urbanization, From 1984 to 2013, the percentage of "sink" landscape (forest and grassland) decreased from 46.5% to 31.9%, entirely the result of the sharp reduction in forested area from 37.5% to 18.9%. In contrast, the percentage of "source" landscape (urban, orchard, and cultivated land) increased from 49.6% to 62.5%. Among them, the urban land increased from 11.6% to 18.1%. The global Moran's I value of landscape spatial load comparison index (LWLI) is 0.637, $P < 0.01$, and tends to cluster in space.LWLI was significantly correlated with the spatial distribution of nitrogen and phosphorus in the basin. The complex correlation coefficient R^2 of TN and LWLI in peacetime was 0.811, and that of LWLI and TP in wet season was 0.741.The axial angles among patch density (PD) , Shannon Diversity index (SHID) and TN,TP were smaller,indicating that PD and SHID had more influence on the nitrogen and phosphorus in the catchment.Compared with other landscape characteristics indexes, LWLI has the largest impact on nitrogen and phosphorus in rivers, and urban residential land is an important contributor to water pollution in watershed. The results could potentially provide a thoretical support for the optimization of the landscape paterrn in watershed.

Keywords: watershed, landscape pattern, nitrogen and phosphorus , spatial analysis, urbanization

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Assessing the Urban Storm-Flood Disaster of Zhengzhou city Based on Fuzzy Methods

*Caihong Hu[1], Xian Du[1], Ying Zhang[1], SHAN E HYDER ALIAS TAHIR[1], Shengqi Jian[1]

1. School of water conservancy and environment, Zhengzhou University, Zhengzhou City, Henan Province, P.R. China, 450001

The frequency of urban waterlogging floods increased year by year with the accelerating process of urbanization in China. It is very important for us to study the urban waterlogging warning and emergency management. Four flood evaluation indexes, which are the 3h cumulative rainfall, submergence and waterlogging disaster degree and comprehensive management efficiency, are selected as the accessing indexes based on the DPSIR (Driving forces, Pressure, State, Impact and Responses model) model. Fuzzy comprehensive evaluation method is applied to evaluate the urban disaster degree based on the index weight determined by the analytic hierarchy process (AHP). Zhengzhou city, which located in the middle of China, is taken as an example for our study. Based on the SWMM model, this paper divides the urban area of Zhengzhou into 2200 unit areas. Four grades were divided for disaster degrees. The results show that Zhengzhou city will encounter different grades of waterlogging disasters with different precipitation. 469, 708, 1006 and 1057 units area of the city will encounter the second grades for warning when the rain of half a year, one year, two years and five years return period happen. The results show that the method is scientific and reasonable and can be applied to practical work.

Keywords: waterlogging warning grade, DPSIR model, evaluation index, fuzzy comprehensive evaluation method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Application of RAMMS Software to Predict the submerged area of Debris Flow: A Case Study of Feng-Chiou torrent in Taiwan

*Hsin-Ying Hsieh[1], Chun-Yi Wu[1]

1. Department of Soil and Water Conservation, National Chung Hsing University

Predicting the submerged area of debris flow hazard events can effectively reduce the extent of catastrophe. In this study, we used three-dimensional debris flow runout model, RAMMS (Rapid mass movements simulation), to simulate the debris flow of Feng-Chiou torrent in Feng-Chiou Village, Xinyi Township, Nantou County, Taiwan. The RAMMS is based on the Voellmy-Salm rheology theory and describes the flow development of debris flow in a depth-averaged equation. The RAMMS can be used to simulate the debris flow phenomenon caused by landslide in the study area. We use the well-documented debris-flow event to calibrate the model parameters by back analysis, so that the simulation results are more realistic. Then we used parameters of the total volume (M), flow height (H), dry-Coulomb type friction (coefficient μ) and viscous-turbulent friction (coefficient ξ) of the debris flow event for sensitivity analysis and discussed the effect of each parameter on the simulation results. Further, we used the rational formula to estimate the discharges corresponding to the rainfall intensities of different recurrence intervals. We used simply hydrograph method as the initial condition to predict the possible submerged area of debris flow events caused by different recurrence intervals.

Keywords: RAMMS, debris flow, Feng-Chiou torrent, landslide

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Applications of the Cholesteric Liquid Crystal (CLC) Sensor to Rapidly Measure the Volatile Organic Compounds in the Atmosphere Environment

Ruey-Fang YU[1], *GUAN-BO CHAO[1], Jian-cheng XU[1], KUANG-PENG HSIEH[1]

1. Department of Safety, Health and Environmental Engineering, National United University, Taiwan, R. O. C.

The Volatile Organic Compounds (VOCs) are one of the most important air pollutants emitted from industries. Some of the emitted Volatile Organic Compounds are carcinogenic which are harmful the health of both the human and environments. Typically, the concentrations of the VOCs in the atmosphere environment were measured by a Gas Chromatography (GC). However, these methods are expensive, complex, and difficult to be used for on-line application. According to the literatures, there is a lack of simple and economy detection methods for rapidly measure the VOCs in the atmosphere environment. The purpose of this study was to develop a Cholesterol Liquid Crystal (GLC) sensor for rapidly measure the concentrations of volatile organic compounds (VOCs) in the atmosphere environment.

According to the experimental results of this study, the physical directions of the GLC molecules will be changed when the prepared CLC sensor contact with the VOCs, and resulting the color on the surface of the CLC sensor changed from a Green or Red color to colorless, therefore, the target VOCs can be identified. By using a UV-VIS spectrophotometer or digital image analysis, the color can be identified. Moreover, it was also found that the color change from Green to colorless is rapid when contact with higher concentrations of VOCs. The durations of color change from Green to colorless was also found presented a liner relationship with the concentrations of VOCs, therefore, the concentrations of VOCs in the atmosphere environment can be identified. The CLC sensor was arranged to contact the VOCs by the controlled of different temperatures of 22±0.3^{0}C, 24± 0.3^{0}C, 27 ±0.3^{0}C and 30± 0.3^{0}C, respectively. The concentrations of VOCs can be measured from 19,955 ppm to 36,585 ppm with a linear relationship of R^2 =0.97 at 22±0.3^{0}C, the concentrations of VOCs from 9,978 ppm to 26,607 ppm (R^2=0.97) can be measured the GLC sensor at 24±0.3^{0}C, the concentrations of VOCs from 26,607 ppm to 43,237 ppm (R^2 =0.90) by the GLC sensor at 27±0.3^{0}C, as well as the concentrations of VOCs from 8,315 ppm to 19,955 ppm (R^2=0.90) by the GLC sensor at 30±0.3^{0}C. As a result, the VOCs concentrations can be easy and rapid identified by the prepared CLC sensor using the analysis data from both UV-VIS and image analysis.

Keywords: Cholesteric Liquid Crystal, sensors, Volatile organic compounds(VOCs), Image analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Solar Ag/P3HT@TiO_2 Photocatalysis of Phenol Wastewater by a Pilot-Scale Fresnel Lens Assisted IPCC Reactor

*An-Chi Chen[1], Ting-Yu Zeng [1], Wen-Shiuh Kuo[1]

1. National United University,Department of Safety, Health and Environmental Engineering

One of advanced oxidation processes (AOPs) - solar photocatalysis with novel Ag/P3HT@TiO_2 as catalyst was used to treat phenol wastewater (10 mg/L) in this study. Moreover, a pilot-scale Fresnel lens mounted inclined plate curvature channel (IPCC) reactor was well design, established and evaluated for the treatment of phenol wastewater. 5 Fresnel lens which were made of PMMA with a thickness of 2 mm, a pitch of 0.5 mm, a facet depth of 0.2 mm, and Fresnel circles of 395 were used and mounted on IPCC. Results showed that the degradation efficiency of phenol wastewater could reach 98.35% with a dosage of 0.5 g/L Ag/P3HT@TiO_2 and a reaction time of 3 h under solar light irradiation (average UV_{a+b} : 42.90 W/m^2). In addition, the intensity of solar light was found to be focused with an increase of 1.86 to 3.91 times and the temperature of wastewater could be raised for 3 to 5˚C with the assistance of Fresnel lens, leading to that the degradation rate of phenol molecule in Ag/P3HT@TiO_2 photocatalytic process increases 1.66 times as compared to without Fresnel lens system. The molecules of phenol were more efficiently decomposed into low-molecular-weight organic acids which were further mineralized into CO_2 and H_2O. Accordingly, the Fresnel lens enhanced IPCC reactor showed a synergistic effect on the solar photocatalytic process not only in effectively dealing with a large amount of industrial organic wastewater, but also in the sector of energy conservation in terms of effective utilization of solar energy.

Keywords: Solar Photocatalysis, Ag/P3HT@TiO2, IPCC, Phenol, Fresnel lens

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Using fluorescence quenching effect to investigate the electrical neutralization ability for different aromatic organic compounds

*Yu-Ting Chen[1], Wen-Po Cheng[1]

1. National United University,Department of Safety, Health and Environmental Engineering

The sources of organic matter in water include natural organic matter and synthetic organic matter. Most part of natural organic matter in water is humic acid which molecular weight is counted for hundreds to hundreds of thousands. The existence of humic acid not only affects the color and smell of water, but also produces toxic disinfection by-products. In addition, in synthetic organic matter, dye is used in the textile industry and the issue of process that produced waste water has been aware of increasingly. Therefore, effectively removing organic matter from water through the chemical coagulation process continues to be considered as a fairly important index of water purification efficiency.When the organic matter contains an aromatic heterocyclic structure and is excited by absorbing a specific radiation, it will eventually release the absorbed energy to the lower electronic energy level. Normally, the energy is released in the form of fluorescence. On the other hand, if the organic matter and metal ions are bonded to each other, the fluorescence intensity will be reduced. This phenomenon is known as the fluorescence quenching effect. In this study, the Stern-Volmer formula $F0F=1+K_q[M]$ will be used to evaluate the ability of the Al^{3+} coagulant complex with organic matter. Where F_0 is the fluorescence intensity in the absence of Al^{3+} quencher and F is the fluorescence intensity in the presence of Al^{3+}quencher, [M] is the concentration of the quencher, and K_q is the equilibrium constant or quenching constant. Furthermore, the value of K_q also represents the electrical neutralization capacity of coagulant under different conditions such as pH, molecular weight, hydrophilicity, functional groups of organic compound and coagulant dosage etc.The results in this study show that (1) under conditions of solution pH=6, the order of Kq values with different aluminum chloride dosage are Humic acid > Quinic acid > Salicylic Acid. Indicating that the molecular weight of organic matter is an important factor causing the degree of electrical neutralization ability; (2) under different solution pH, Reactive Blue 49 obtains the maximum Kq values than Direct Red 28 and Disperse Red 60 those often used in textile industry demonstrating the more number of sulfonic groups in the dye molecule, the more intensify electrical neutralization ability. (3) The Kq value of hydrophilic molecule (Direct Red 28) is higher than hydrophobic molecule (Disperse Red 60). These results indicate that the hydrophilicity of organic matter has a certain influence on the electrical neutralization by aluminum ions.All of results in this study show that the Stern-Volmer formula is a viable and simple method in operation to find the influencing factor of electrical neutralization ability between organic matter and aluminum coagulant and find the optimum coagulation conditions.

Keywords: Aluminum chloride, Coagulation, Aromatic orgain compounds, Fluorescence quenching effect, Electrical neutralization

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Sustainable recovery of sugarcane biowastes to prepare biochar-derived electrodes for recycling of brackish water

*Shou-Heng Liu[1]

1. National Cheng Kung University

Membrane capacitive deionization (MCDI) is an emerging technology for the energy-efficient and cost-effective removal of ions from salt water by electrosorption. To further enhance the capacitive deionization performance, sugarcane bagasse biowastes are used as raw materials to synthesize biochars by microwave-assisted carbonization and activation with potassium hydroxide in the flows of carbon dioxide, which has the advantages of reducing preparation time and saving energy. Experimentally, the effect of microwave power (500-800 W) has been studied on the morphology, the ratios of mesoporosity in the biochars and their corresponding desalination performance of MCDI. Accordingly, the biochars which are activated at 700 W of microwave irradiation under carbon dioxide atmosphere (denoted as SB-CO_2-700) possess the ratios of mesopores to total pore volume ratio (V_{meso}/V_{total}) of ca. 64.1% with surface areas of 764 m^2 g^{-1}. By using cyclic voltammetry, the specific capacitance of SB-CO_2-700 is calculated to be ca. 123 F g^{-1} at 5 mV s^{-1}. From the desalination tests at 1.2 V, the electrosorption capacity of SB-CO_2-700 samples is estimated to be 15.8 mg g^{-1} in 5 mM of NaCl solution. The enhancement in the desalination performance of SB-CO_2-700 is possibly due to the greater V_{meso}/V_{total} ratio, reasonable surface area and hierarchically porous structure.

Keywords: capacitive deionization, biomass, microwave-assisted CO2 activation, biochars

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The National Survey of POPs in Soil: A study of polybrominated diethyl ethers (PBDEs) in Soil in Taiwan

*Shyh-Wei Chen[1], Ming-Yang Syue[2], I HSIN LEE[3], Chia Hsin Li[3], Yihsin Lai[3], Bo-Wei Power Liang[3]

1. Chung Yuan Christian Univ. Taiwan, 2. Soil and Groundwater Pollution Remediation Fund Management Board, EPA, Taiwan, 3. Sinotech Engineering Service LTD., Taiwan

The United Nations Environment Programme (UNEP) elaborates the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (Stockholm Convention) to protect human health and the environment through a range of measures aimed at reducing and eliminating the production and use of POPs. In order to understand the distribution of POPs in soil, a national soil quality survey has been carried out by Taiwan Environmental Protection Administration (EPA). The survey result can serve as the basis for promoting the management measures and evaluation of management effectiveness. In Taiwan, decabromodiphenyl ether (decaBDE) is still being used as flame retardants that are mostly used in electronic and electrical products. This study discusses the survey result of PBDEs in soil as one of the achievements of soil quality survey.

The strategy of soil quality survey involved investigation for potential pollution sources areas and baseline soil quality areas (Figure 1). Industries handled with a large quantity of decaBDE, large waste treatment facilities for waste electrical and electronic equipments and industrial parks were identified as potential pollution sources which were selected and soils sampled were collected at their surrounding areas. The baseline soil quality survey were undertaken to understand the environmental soil quality without the effect of potential pollution sources. Sixty composite soil samples were collected at surrounding areas of potential pollution sources and 60 composite soil samples were collected at baseline survey areas. Soil samples were analyzed for 24 PBDE congeners by gas chromatography /high resolution mass spectrometer (GC/HRMS).

The survey result shows that PBDEs concentration of all soil samples, collected from surrounding areas of the potential pollution sources and baseline survey areas, are ranged from 0.189 μg/kg to 656 μg/kg (the mean concentration is 39.6 μg/kg) and 0.268 μg/kg to 41.9 μg/kg (the mean concentration is 6.25 μg/kg), respectively (Table 1 and Figure 2). The levels of PBDEs in all soil samples are far lower than U.S. EPA's Regional Screening Levels. The study also performed hypothesis test and the result shows that the concentration at surrounding areas of potential pollution sources is significant higher than that at baseline survey areas. It means that the industrials with high polluting potential may have impact on their surrounding environment. In addition, this study compares the spatial distribution of soil surrounding potential pollution sources and baseline survey areas. The higher PBDEs concentrations are detected in soil at surrounding areas of the industrials using decaBDE. It is speculated that decaBDE which is an additive type flame retardant is affected their surrounding soil by emissions during the use of the addition process. The soil concentrations at the surrounding areas of waste treatment facilities for waste electrical and electronic appliances are on an equal level with baseline areas. Furthermore, the PBDE congener pattern is analyzed. The BDE congener pattern is dominated by BDE-209 and account for more than 80% of the total PBDEs concentration. It is speculated that it may be related to the use of decaBDE in recent years in Taiwan and accumulate easier than other BDEs with low bromine number in soil due to their solubility.
To monitoring the condition of the soil quality, assessing the effect of the potential pollution sources on soil quality, a systematic survey and monitoring plan for POPs in the Stockholm Convention was

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

established by Taiwan EPA. The survey and monitoring works will be conducted in accordance with latest chemical lists of Stockholm Convention. The achievement of soil quality monitoring will help to tracking the influence of potential pollution sources and changes on environmental quality. It also can provide information to assess the effectiveness of control measures, strengthen the soil quality management and ensure the sustainable use of land resources.

Keywords: PBDEs, Soil, Taiwan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

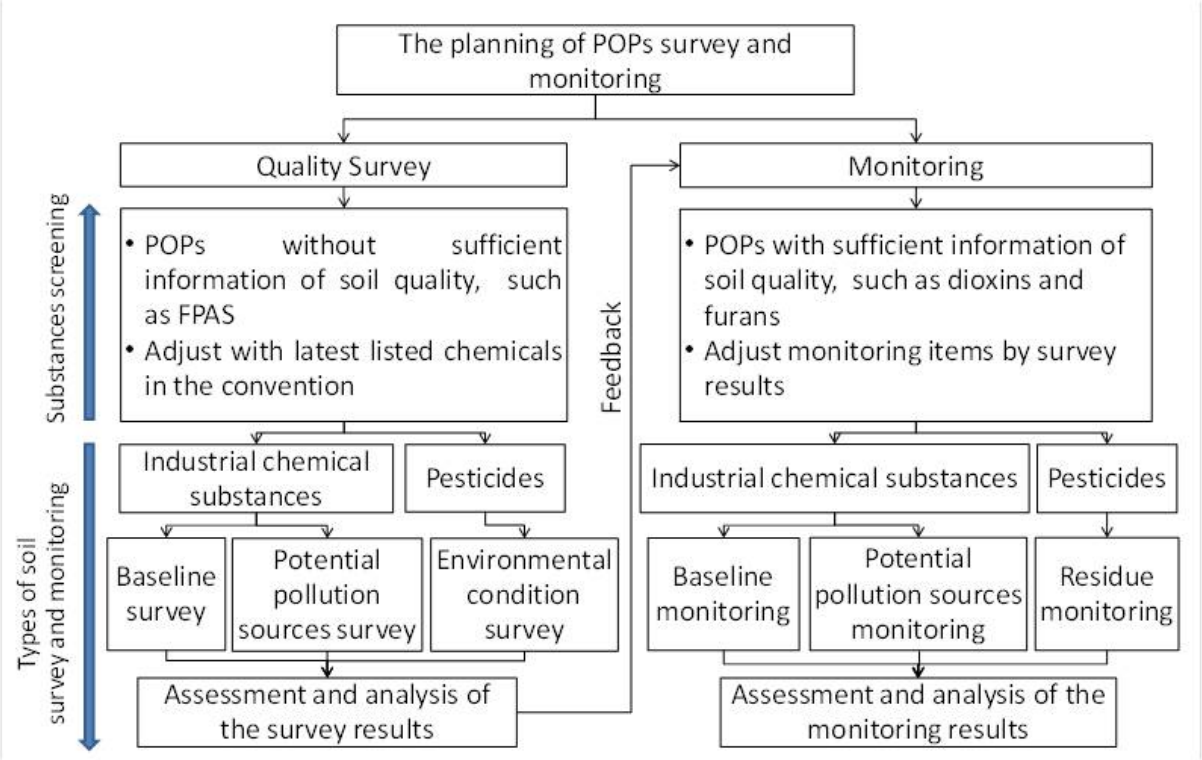


Figure 1 Framework of soil survey and monitoring plan

Table 1 Investigation results of PBDEs in soil in Taiwan

POPs	Type of soil survey	No. of samples	Results (μg/kg)	
			Range	Average
PBDEs	Surrounding areas of potential pollution sources	60	0.189~656	39.6
	Baseline survey	60	0.268~41.9	6.25

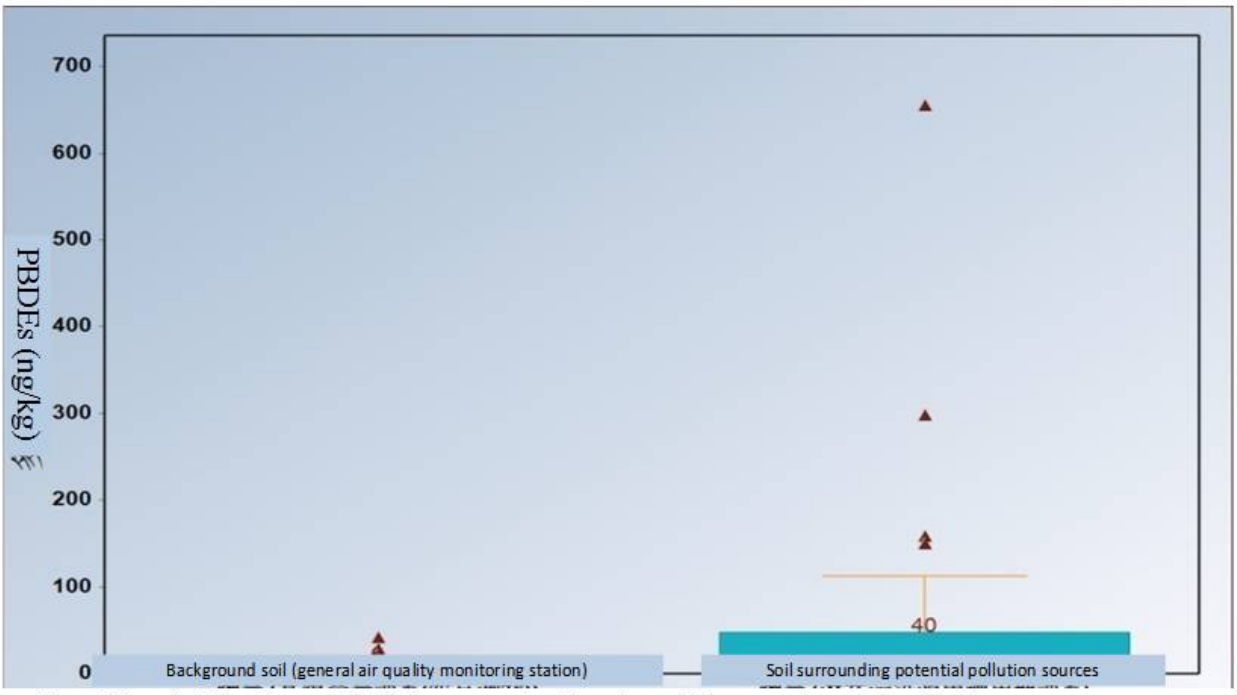


Figure 2 The distribution of PBDEs concentration in soil from potential pollution sources areas and baseline survey areas

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Remediation of Total Peteoleum Hydrocarbons in Soils by Combining Cyclodextrin and Microbubble Ozonation

*Kuan-Yi Kuo[1], Meng-hau Sung[1], Fu-yin Xie[1]

1. Department of Environmental Science and Engineering,Tunghai University,Taiwan

In recent years, there have been many studies to increase the solubility of ozone by ozone-binding microbubbles or cyclodextrins, so that ozone has a better treatment effect. At present, no research has been conducted on the treatment of ozone in combination with microbubbles and cyclodextrins. Therefore, this study hopes to use ozone combined with microbubbles and cyclodextrin to treat the total petroleum hydrocarbons (TPH) in soil, and hopes to have better treatment effect than using microbubbles or cyclodextrin alone. This method is also a green remediation method that does not cause secondary pollution to the environment. In this study, ozone was first produced by an ozone generator and passed into a microbubble generator. Micron bubble ozone was then introduced into a water sample containing cyclodextrin, and finally the water sample was passed through a soil contaminated with TPH. In this study, different forms and concentrations of cyclodextrin were tested to examine their pertinent effects, so that the overall treatment efficiency of this method can be optimized. The instruments used in this study include spectrophotometer for the detection of ozone, LC with RID for the detection of cyclodextrin, and GC for the detection of TPH. It is expected that using microbubbles together with cyclodextrins simultaneously will improve the green remediation process.

Keywords: green remediation, soil treatment, total petroleum hydrocarbon, cyclodextrin, ozone microbubbles

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Treatment of organic pollutants in wastewater by ozone microbubbles and cyclodextrins

*Fu-Yin XIE[1], Meng-hau Sung[1]

1. Department of Environmental Science and Engineering,Tunghai University,Taichung City,Taiwan

The hydroxyl radicals generated during ozonation can be used to oxidize organic pollutants in water. However, ozone gas is only slightly soluble in water. To increase the treatment efficiency, ozone microbubbles and cyclodextrins can be applied to increase the solubility. Microbubbles have high surface area and long residence time in aqueous solution. If they are combined with ozone gas to form ozone microbubbles, the solubility and half-life of gaseous ozone in water can be significantly improved. In definition, microbubbles refers to bubbles with a diameter between 1 micrometer and 1 millimeter. In addition to oxidative hydroxyl radicals generated, at the moment when the microbubble bursts, the pressure will be released, resulting in a high-speed microjet and ultra-high temperature locally. Under this condition, organic pollutants can also be degraded by pyrolysis. Cyclodextrins are often used in foods and are not harmful to humans. Adding cyclodextrin to the ozone microbubble system can increase the residence time of ozone in water and increase the half-life of ozone in water. Consequently, the combination of microbubbles and cyclodextrins appears to be a promising method for effective degradation of organic pollutants in water. Pesticides are common organic pollutants in water. After application, it may enter the environment via surface runoff, which may directly or indirectly enters water resources such as lakes or reservoirs. It has a certain impact on the environment and ecology, and may enter the groundwater system, which may affect the drinking water quality. The objective of this study is to establish an ozone microbubble system with cyclodextrin to treat organic pollutants in water. A variety of tests are conducted to examine its performance. Parameters considered in the experiments are pH and dosages of ozone microbubbles and cyclodextrin. The best condition for efficient degradation will be determined.

Keywords: wastewater treatment, green remediation, ozone microbubbles, cyclodextrin

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

High Addition Valued Recycling Technology of Lithium-ion Battery

*YI-CHEN TSENG[1], TIEN-CHIN CHANG[1], YI-HSIANG HONG[1]

1. Institute of Environmental Engineering and Management, National Taipei University of Technology, No. 1, Sec. 3, Zhongxiao E. Rd., Da’an Dist., Taipei City 106, Taiwan (R.O.C.)

Due to the development of lithium-ion batteries and the advancement of its technology, industrial applications such as that in electric vehicles become its leading application. The demand of lithium-ion battery increases dramatically in respond to the growing market of electric vehicles or other carriers. Under the circumstance that environmental resources are limited, high-value recycling technology is and considerably urgent need to accommodate the trend of the market. Though the differences in recycling technology exist across the countries in terms of efficiency, techniques, and feasibility of commercialization, the extracted noble metals can all be utilized in various products nowadays. No doubt, this technology and noble metals play significant roles in the perspective of industrial development in Taiwan. Other than industrial development, environmental concern due to the toxic waste coming from wasted batteries is of the same importance. Toxicants generated from rubbish lithium-ion batteries can corrode everything on this planet, therefore, policies and regulations to have good control of the waste materials should be developed along with the evolving technology.Due to the development of lithium-ion batteries and the advancement of its technology, industrial applications such as that in electric vehicles become its leading application. The demand of lithium-ion battery increases dramatically in respond to the growing market of electric vehicles or other carriers. Under the circumstance that environmental resources are limited, high-value recycling technology is and considerably urgent need to accommodate the trend of the market. Though the differences in recycling technology exist across the countries in terms of efficiency, techniques, and feasibility of commercialization, the extracted noble metals can all be utilized in various products nowadays. No doubt, this technology and noble metals play significant roles in the perspective of industrial development in Taiwan. Other than industrial development, environmental concern due to the toxic waste coming from wasted batteries is of the same importance. Toxicants generated from rubbish lithium-ion batteries can corrode everything on this planet, therefore, policies and regulations to have good control of the waste materials should be developed along with the evolving technology.

Keywords: Lithium-ion Battery, Circular Economy, Recycling Techonology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Applying GIS Site Suitability Analysis to Optimize Landfill Selection in Mozambique

*Chelsea Adelina Langa[1]

1. Tohoku University, Graduate School of Environmental Studies

Proper selection of landfills is a complex task. However, with the application of GIS technology, it is possible to aid in the selection of an optimal site, one that ensures environmental and social standards for potential landfills. In Maputo city, site selection of landfills is difficult due to land restrictions resulting from the land conflicts and groundwater presence. However, in the need of improving waste disposal conditions, a new landfill site has been selected. The goal of this study was to identify potential areas for landfill and evaluate the suitability of the new landfill. Environmental and social criteria were combined to firstly identifying potential disposal sites. By making a cross-reference of criteria map, three types of areas were selected, unsuitable, subjected to special evaluation and suitable areas. It was possible to estimate how the current landfill is in terms of environmental and social safety, based on the AHP ranking process. GIS and its aided tools were proved to be efficient in this process and of great value for the improvement of the municipal solid waste management in Maputo, however, due to the characteristics of the area, on-site studies are still necessary in order to validate landfills.

Keywords: Landfill, Selection, GIS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Effectiveness of Solidification/Stabilization of a Heavy Metal-Contaminated Soil Using a Sustainable Binder

*Yasong Feng[1,2,3], Weiyi Xia[1], Shiji Zhou[1], Ming Zhang[2], Yanjun Du[1]

1. Southeast Univ., 2. AIST, 3. Tohoku Univ.

Cement and lime are currently extensively used in solidifying/stabilizing heavy metals contaminated soils. However, cement and lime production is associated with intensive consumption of energy and nonrenewable resources. Under the drive of environmental friendliness, some by-products-based binders such as ground granulated blast furnace slag, pulverized fuel ash, and cement kiln dust have been successfully used in the remediation of contaminated soil. The authors have recently developed a sustainable binder, basic oxygen furnace slag (BOFS) activated by calcium carbide residue (CCR) and phosphogypsum (PG). The binder has almost no negative environmental impacts, and it can be used as an excellent substitute for cement.

This study presents a preliminary evaluation of the effectiveness of the BOF-based binder to stabilize mixed nickel (Ni) and zinc (Zn) contaminated soil collected from a vacant lot of an electroplating plant. The effects of binder dosage and curing time on soil pH, leachability and strength properties of the stabilized soils were examined. In addition, modified European Communities Bureau of Reference (BCR) sequential extraction procedure (SEP) and mercury intrusion porosimetry (MIP) analyses were performed to investigate the mechanisms that control the variations in heavy metal speciation and soil structure.

The results showed that soil pH and unconfined compressive strength (UCS) increased with increasing binder dosage and curing time. After 90 days of curing, the UCS of stabilized soils was approximately 2.9 - 6.6 times higher compared with those of untreated soil. Leaching concentrations of Ni and Zn were significantly reduced with increases in binder dosage and curing time. With 8% of binder addition and 28 days of curing, the leaching concentrations of both Ni and Zn were well below their corresponding remediation goals. The SEP results indicated that the binder addition significantly reduced the acid-soluble fractions of heavy metals while increased their residual fractions. The MIP test results showed that the soil pore volume reduced notably and soil structure changed remarkably after stabilization, inducing higher UCS compared with the untreated soil.

Keywords: Solidification/Stabilization, Heavy metal, Contaminated soil, Sustainable binder

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Determining diffusive parameters using out-diffusion experiment with consideration of sampling effect

*Ranran Song[1], Chihiro Inoue[1], Ming Zhang[2]

1. Tohoku University, 2. Geological Survey of Japan, AIST

To know the details of diffusive properties of geo-materials is vital in geological disposal engineering projects. Out-diffusion experiment involves the process of heavy metal when diffuses out of geometries. It has simple structure and easy-operational experiment procedure. A theoretical solution considering the adsorption effect and sampling effect was developed. By applying theoretical analyses, we can estimate and decrease the errors induced by sampling. Sensitive analyses were also conducted to estimate a reasonable sampling time range and frequency. With the assist of theoretical analyses, a proper experiment can be designed. In this study, we assumed that heavy metal is linearly adsorpted on the surface of geo-material and linearly desorpted into the porous solution. We tested clay samples to get the effective diffusion-coefficient and capacity factor and examined the effect of sampling. As the linearly adsorption assumption may not be sufficient, especially to describe heavy-metals which easily adsorpted, we also try to discuss the effect of the heavy metal adoption effect to the diffusive process in these experiments.

Keywords: mass transport, diffusion, out-diffusion experiment, contaminants, heavy metal

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Exploring the removal characteristics of heavy metals employing Nanofiltration (NF) technique

*Jagdeesh Kumar[1], Himanshu Joshi[1]

1. INDIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY ROORKEE

Heavy metals are serious environmental concern in recent industrial era, release from different industrial process. These are non-degradable, persistent, highly toxic and tendency of bioaccumulation into body tissues of organism, which causes several health consequences. Various technologies have been reported to develop so far in the removal of these contaminants which primarily include adsorption, chemical precipitation, and phytoremediation. These are conventional techniques of treatment process, which have several disadvantages such as high treatment cost, generation of sludge in bulk and requirement of large amount of adsorbent. From last few decades, usage of nanofiltration membrane (NF) during treatment process has gained significant attention in chemical processing, biotechnology and desalination industries. Recently, nanofiltration technique has been reported to be employed for the treatment of heavy metals in electroplating industries, due to its high efficiency, less energy consumption and minimum generation of toxic sludge. Therefore, a synergistic approach has been explored for the removal of concerned metals in combination with the electrocoagulation technique.

In present study, synthetic waste water was formulated containing different concentration of Zn, Cu and Ni metal ions for the treatment process. A central composite design was explored to study the effect of variable such as pH, concentration, pressure temperature ranges from the value of 4.5-9.5, 10-20 bar, 10-25 ppm and 15-35-degree C, respectively. A set of 30 experimental runs was examined for the removal. Further, the Response Surface Methodology (RSM) was adopted to optimize the removal percentage (maximize) by minimizing the pressure and maximizing the concentration. The experiments were also performed at the optimize conditions which have shown significant co-relation with the predicted values.

The removal percentage (%) of 99.96, 99.82 and 99.93 was observed at temperature of 15 -degree C for Cu, Ni and Zn metal ions, respectively. At low pH, high copper removal was observed as compared to those nickel and zinc ions. The high removal of copper occurred due to the formation of its precipitates at lower pH. The results show that the value of pH and metal concentration are not significantly affected the flux while pressure and temperature increase flux increase. This can be attributed to the fact that increased temperature decreased the viscosity and increase in the diffusion rate of solute through the membrane. The effect of pH and concentration on removal efficiency shows that the removal efficiency increases as pH increases while it decreases with the increased concentration. At desirability 0.993, the maximum removal of Zn, Ni, Cu were observed to be 101.53, 97.81 and 102.48, respectively. The maximum flux 225.88 was achieved at ambient temperature of 25-degree C. A good correlation of 0.9823 was observed for the experimental outcomes among the optimised experimental runs and predicted values.

Keywords: Nanofiltration, Response Surface Methodology (RSM), Electroplating Industry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Potential of Potash Recovery Employing Electrodialysis(ED) Technique from Distillery Effluent

*SUNIL YADAV[1], HIMANSHU JOSHI[1]

1. INDIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY ROORKEE

Sugarcane is one of the major cash crop of north-western and central part of India. Distillery industry coupled with sugar industry provides an economic and social infrastructure to the rural economy. The byproduct of sugar industry known as Molasses, utilized as raw material for the production of ethanol. The ethanol is a major source of beverages, biofuels and organic solvent production. It generates a large volume (approx. 8-10 L/L) complex, highly colored and concentrated organic stream alongwith high concentration of total dissolved solids as spent wash, which is a great concern as for treatment and disposal. Waste management and resource recovery has become a major task for large volume effluent generating industry to achieve long term sustainable economic development.

The characterization of spent wash shows a high concentration of potassium up to 8-10 g/L. High level of potassium concentration in the spent wash provide a way for economic utilization of the effluent. Several conventional technologies have been reported so far in recovering the potash from spent wash using incineration, ion exchange and chemical precipitation. These are having several disadvantageous in respect to high energy consumption, economically nonviable and less environmental significant. Presently, most of the industries depend on membrane processes alongwith anaerobic digestion techniques for the treatment of spent wash. However, the effluent is rich in potassium which can be recovered in the form of potash for its usage in agriculture production, as fertilizer.

In the present study, desalination experiments were carried out for nanofiltration membrane (NF) treated effluent, containing the concentration of potassium upto 6,000 mg L^{-1} and electrical conductivity (EC) upto 28 mS cm^{-1}. The reject stream after the Nano filtration treatment was passed as feed through the Electrodialysis (ED). The main objective of the study is to separate the feed stream into dilute and concentrate stream with the aim of generating a highly saline effluent. A laboratory scale electrodialysis stack (mega EDR-Z) containing eleven cation exchange membranes and ten anion-exchange membranes of 64 cm^2 effective area was investigated for potassium removal. Two stream generated during the process one is the concentrated brine and the second one is the deionized effluent. The influence of applied voltage (10, 15, and 18 V) on removal efficiency was also examined. From these analyses, the potassium removal up to 92, 96 and 97 % has been observed at operating time of 120, 90 and 75 min, respectively. Similarly, the salinity removal upto 83, 95 and 97 % were observed. A desalinated effluent i.e. the dilute stream with conductivity less than 1mS cm^{-1} and potassium level less than 150mg/l was generated. It is concluded that the increases in the voltage led to salt and potassium separation. This is due to the increase in current induces migration movement of all the dissolved ions in the process solutions. So, with the addition of an ED system with NF, a highly concentrated brine stream can be generated that can be further subjected to advance electrochemical process for potassium separation and crystallization.

Keywords: Electrodialysis, Potash Recovery, Spent wash , Ethanol Production

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

CHARACTERIZATION OF WATER RETENTION AND MASS TRANSPORT PROPERTIES FOR RECYCLED ROADBED MATERIALS BLENDED WITH AAC FINES

*伊藤 良平[1]、加藤 晃[1]、松野 晃大[1]、川本 健[1,2]
*Ryohei ITO[1], Akira KATO[1], Akihiro MATSUNO[1], Ken KAWAMOTO[1,2]

1. 埼玉大学大学院理工学研究科、2. ベトナム国立土木工学大学
1. Graduate School of Science and Engineering, Saitama University, 2. National University of Civil Engineering, Vietnam

Permeable pavement systems (PPS) contribute to reduce surface runoff during heavy rainfall and to mitigate urban heat island effect.

The purpose of this study is to improve water retention capacity for recycled road-base materials utilizing fines (typically under 2 mm) from industrial by-products. Especially, the effects of mixing of fine grains made from autoclave aerated concrete (AAC; 0.106-2 mm) with graded recycled concrete (RC; 0.075-31.5 mm) and steel slag for roadbed construction (SS; 0.075-31.5 mm) were examined. Besides, mass transport parameters such as gas diffusion coefficient, air permeability, thermal conductivity, and heat capacity were measured for tested samples to characterize gas and heat exchange properties and pore structural properties of gas flow. After compacting the samples by Proctor D method, water retention curves were obtained through the drying process from water saturation. The gas and heat transport parameters were also measured at each suction stage and air-dried condition.

As a result, the mixing of AAC fines contributed highly to increase water retention capacities for both graded RC and SS. The mixing of AAC fine grains, on the other hand, did not affect the pore structural properties such as equivalent diameter and tortuosity for gas flow, suggesting the retained water in AAC fine grains would not impede the gas flow in graded roadbed materials mixed with AAC fine grains.

キーワード：再生路盤材、軽量気泡コンクリート、ガス移動
Keywords: Recycled Road-base Materials, Autoclave Aerated Concrete, Gas Transport

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Characterizing Geotechnical Properties of Drinking Water Sludge Blended with Graded Crushed Clay Brick for Road Subgrade: Effects of Gradation and Mixing Proportion of Crushed Clay Brick on Compaction Property

*Tserenlkham Ikhagvasuren[1], Muhammad Rashid Iqbal[1], Ken Kawamoto[1]

1. Graduate school of science and engineering Saitama University, Japan

With rapid construction and renovation works, a huge amount of construction and demolition waste (CDW) is generated in urban areas of developing countries. The CDW is mostly dumped at the landfill sites directly and/or reused for construction works such as ground levelling and backfilling without any quality control of materials. Effective use and recycling of CDW is highly required to establish sustainable urban development. In this study, drinking water sludge (DWS) blended with crushed clay brick (CCB) was tested for the possible application to road subgrade. Especially, the effects of gradation/particle size of CCB and its mixing proportion to DWS on compaction properties have been examined using laboratory tests. A series of the modified Proctor compaction test was conducted using testing samples with three different particles of CCB; the finer (2-10 mm), coarser fraction (10-30 mm), and graded fraction (2-30 mm) and with different mixing proportions to DWS; 20, 40, 60, 80 and 100% on the dry mass basis. The tested results showed that particle breakage of all the above-mentioned fraction was almost the same up to 40% addition of CCB to DWS and was independent of particle size as well. A coarser fraction of CB showed the highest value of particle breakage (45.7%) which was almost double than that of finer (26.9%) and graded fraction breakage (22.8%) respectively. Measured compaction curves of all the mixed samples showed a linear relationship between maximum dry density and mixing proportion of the blended samples. The CCB mixing proportions more than 40% did not show any peak in the compaction curve probably due to a higher quantity of the cohesionless material (i.e., CCB).

Keywords: Drinking water sludge, Crushed clay bricks, Compaction, Particle breakage

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

CHARACTERIZING PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF RESIDUES GENERATED FROM CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE

*カク ネイネイ[1]、川本 健[1]、松野 晃大[1]
*NINGNING HAO[1], Ken Kawamoto[1], Akihiro Matsuno[1]

1. 埼玉大学
1. Saitama University

Due to rapid urbanization and population increase, the generation of Construction and Demolition Waste (CDW) is increasing in urban areas and industrial zones in developing countries. In order to promote sustainable development, it is important to have sound CDW management and recycling. Among of generated and dumped CDW, general masonry such as concrete and clay brick can be recycled for road construction and backfilling materials after suitable treatments like crushing and sieving. On the other hand, the reuse of fine residues (typically < 10 mm) faces some difficulties with regards to quality control and potential risk of hazardous materials. Based on the background, this study aims to characterize chemical and physical properties of CDW fines (especially for mortar samples). The testing samples were taken from 3 different demolition sites in Hanoi and Haiphong and a CDW dumping site in Hanoi. For the testing samples, two different fractions, one is bigger than 2mm and the other is grounded and sieved less than 2mm, were used for SEM-EDS analysis. Results showed that the samples with less than 2mm observed by 100 magnification of SEM became more stable (less spatial variability and following normal distribution). The measured Ca/Si values varied widely from 1.36 to 2.60 and became lower than that from a control mortar sample except for one sample from Hanoi demolition site. Further studies are planned to determine the mixing per cents of mortar and clay brick in CDW fines for characterizing the chemical composition and for promoting effective and safe use of recycled fines from CDW.

キーワード：建設廃棄物、粉末廃棄物、走査型電子顕微鏡
Keywords: Construction and Demolition Waste, Fine Residue, SEM-EDS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

CHARACTERIZATION OF PORE-STRUCTURE PARAMETERS FOR UNDISTURBED AND REPACKED SAMPLES AT FIELD WATER CONTENTS

*Arjun Baniya[1], Akihiro Matsuno[1], Ken Kawamoto[1]

1. Saitama University , Graduate school of Science and Engineering

Mass transport in soils occurs through the soil pore network, which is highly influence by pore structure parameters (i.e. pore size distribution, porosity, pore tortuosity and pore coordination number). Micro-focus X-ray computed tomography (CT) has emerged as a powerful non-destructive tool for the direct visualization and better understand soil pore geometry. However, there have been few studies on visualization and quantification of soil pore network and soil pore networks linked to indirect pore parameters for gas flow based on measured gas diffusion coefficient and air permeability. In this study we visualized soil-pore networks for different soils, a sandy loam from Saitama, Japan and silty clay loam from Hawke’ s Bay, New Zealand. The study aimed to identify pore structure parameters using a microfocus X-ray computed tomography (MFXCT) system and compare indirect pore parameters such as tortuosity-connectivity parameter and equivalent pore diameter for gas flow. Undisturbed and repacked samples were used for characterizing soil pore networking and structure. For repacked soil samples, particle size (d<2mm) with field water content were used with different dry bulk densities by hand compaction. Soil samples were scanned by MFXCT system with different scanning resolutions of 12,30 and 50 μm/voxels. Then, 3-dimensional models were reconstructed with different regions of interest (ROI) of 50, 100, 200 and 300 voxels. Finally, soil pore-structural parameters such as effective pore radius, coordination number, and tortuosity in z direction were analyzed. With increasing ROI, the pore structure parameters of undisturbed and repacked samples showed less variation. The pore connectivity-tortuosity factors derived from MFXCT were well correlated with the indirect connectivity tortuosities from measured soil gas diffusion. However, it was observed that there were some variations between effective pore diameters from MFXCT and equivalent pore diameters for gas flow estimated by gas transport parameters depending on scanning resolutions (ranging from 1:1 to 1:3 for SR =12 μm/voxels and 1:1 to 4:1 for SR = 30 μm/voxels).

Keywords: Microfocus X-ray Computed Tomography (MFXCT), Gas Transport Parameters, Pore structural parameters

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

CHECK SHEET SURVEY FOR ESTIMATING CDW GENERATION AND CASH FLOW AT BUILDING DEMOLISHING SITES IN HANOI, VIETNAM

*Cuong Viet Tran[1], Kawamoto Ken[1]

1. Graduate School of Science and Engineering, Saitama University

Abstract

A number of studies on reuse and recycling of construction demolition waste (CDW) for construction works as well as the properties of building materials using recycled aggregates have been carried out in many developed countries. However, in Vietnam, there are many difficulties to classify and recycle the CDW after demolition construction at site. Because the generation of CDW is increasing in Vietnam due to rapid urbanization and economic growth and CDW was dumped without any quality control of material at disposal site. It is highly demanded to promote the recycling of CDW in a sustainable manner.

In this study, in order to identify the CDW generation and cash flow at actual demolition sites in Vietnam. Firstly, we proposed a check sheet survey to discuss suitable CDW separation and treatment methods. The survey sheet enables to collect data on demolition period, number of labors and equipment, volume of CDW, number of trucks which brought the generated waste from the site, total floor areas, total cost for the demolition work, and so on. Then, using the survey sheet, actual survey works carried out at 3 different building demolishing sites in Hanoi. Finally, utilizing the collected data, we determined waste components and waste generation rates of typical materials such as concrete, brick, valuables (e.g., steel).

Results showed that most CDW generated from demolishing sites was sold to other contractors/buyers for the purpose of construction works (e.g., ground leveling). The generation rates of CDW including valuables varied widely from 0.29 to 1.22 tons/ (m^2 of total ground floor) depending on the building type and scale, and smaller building demolition gave a higher generation rate. As a result of cash flow, the estimated cost for selling valuables and CDW masonry to buyers became much higher than those for the contract cost of demolition work from land owner/client.

Keywords: Construction Demolition Waste (CDW)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

APPLICATION OF CRUSHED GRAINS OF LATERITE AND AUTOCLAVED AERATED CONCRETE FOR HEAVY METAL REMOVAL FROM WASTEWATER

*Buddhika Priyadarshani Bandara Arachchillage[1], Yuki Yoshida[1], Pradeep Kumara Gajanayake Mudalige[1], Akihiro Matsuno[1], Ken Kawamoto[1]

1. Graduate School of Science and Engineering, Saitama University

Adverse effects on the environment and human health is highly influence by heavy metal contamination in water is a global significance problem. Among conventional treatment technologies for treating wastewater, a particular attention is given to adsorption process, considering as low-cost and easy technical applicability. In this study, in order to examine the applicability of locally available geo-materials and industrial by-products as cost-effective adsorbents in the treatment technology of heavy metal-contaminated water, laterite made from Vietnam and autoclaved aerated concrete were tested for the removal of arsenic and chromium in wastewater. Zeolite made from Japan was also used as a reference material. The testing samples were first grounded and sieved to be 0.105-2 mm grain size. The standard batch adsorption method by Organization of Economic Cooperation and Development (OECD 2000) was applied to determine adsorption isotherms. The isotherm experiments were evaluated for 1:10 solid liquid ratio at natural pH and 20 ^{0}C temperature for solutions with initial concentrations ranging from 100 –2000 mg/L for both metals. The results indicated that Langmuir isotherm described the experimental data the best. Laterite removed arsenic and chromium in solutions up to 8.21 and 1.33 mg/g respectively. It revealed that laterite had higher adsorption capacity for arsenic than autoclaved aerated concrete. The measured removal percentages decreased with increasing in initial ion concentrations. Future, the adsorption mechanism will be suggested by correlating both laterite and autoclaved aerated concrete for heavy metal removal from wastewater.

Keywords: Adsorption , Heavy metals, Industrial by-products, Low-cost adsorbents, Wastewater

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

使用済カルシウム系ヒ素吸着材の環境安定性に及ぼすケイ酸の影響
Effects of Silicic Acid on Environmental Stability of Spent Calcium-based Arsenic Adsorbents

*杉田 創[1]、小熊 輝美[1]、張 銘[1]、原 淳子[1]、川辺 能成[1]
*Hajime Sugita[1], Terumi Oguma[1], Ming Zhang[1], Junko Hara[1], Yoshishige Kawabe[1]

1. 国立研究開発法人　産業技術総合研究所
1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

In some areas of developing countries, health effects caused by arsenic contained in groundwater used as drinking water have been a serious problem. Calcium compounds show promise for arsenic removal as effective and inexpensive adsorbents. However, the spent adsorbent would contain a great amount of arsenic. When the spent adsorbent is not properly recovered and is discarded near residences, secondary environmental pollution due to arsenic leaching from the spent adsorbent may occur. In our previous studies (leaching tests with soils), it was suggested silicic acid which leached from soils greatly affects leaching behavior of arsenic from the spent adsorbents. In this study, in order to examine the influence of silicic acid on the environmental stability of spent adsorbents in detail, leaching tests with silicic acid solution and 2 kinds of spent calcium-based adsorbent (CaO and $Ca(OH)_2$) were carried out. This study revealed that when the initial silicic acid concentration in solution is high, the leaching rate of arsenic decreases. This was inferred that when the silicic acid component in the solution reacted with the calcium component eluted from the spent adsorbents to form the calcium silicate species, the arsenate component leached from the spent adsorbents was taken into the products.

キーワード：ヒ素溶出、使用済吸着材、酸化カルシウム、水酸化カルシウム、ケイ酸
Keywords: Arsenic Leaching, Spent Adsorbent, Calcium Oxide, Calcium Hydroxide, Silicic Acid

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The Fate of Chloroethene in Geo-environment

*張 銘[1]、吉川 美穂[1]
*Ming Zhang[1], Miho Yoshikawa[1]

1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター地圏資源環境研究部門
1. Institute for Geo-Resources and Environment, Geological Survey of Japan, AIST

Chloroethene, also has the names of chloroethylene, ethylene monochloride, vinyl chloride monomer (VCM) or vinyl chloride (VC), is an important chemical substance widely used to produce polymer polyvinyl chloride (PVC) in plastic industry. Due to its high volatility, the pollution induced by the use of chloroethene itself is principally limited to air pollution. In geo-environment, such as soils and groundwater, the occurrence of chloroethene is mainly from biodegradation of its parent compound, like *cis*- Dichloroethene (*cis*-DCE), *trans*-DCE or 1,1-DCE, an intermediate product of biodegradation of trichloroethylene (TCE) and/or tetrachloroethylene (PCE). Either TCE or PCE has been widely used as an industrial solvent both in developed and developing countries.

To understand the fate of chloroethene in geo-environment, this presentation overviews the pathways, microorganisms, and degrading rates associated with biodegradation of chloroethene, the pollutant newly specified by the Japanese Soil Contamination Countermeasures Act. In natural environment, biodegradation of chloroethene is very slow and distribution of chloroethene around or downstream a source of pollution is dominantly affected by advection and dispersion. An advection-dispersion equation and sensitive analysis were, therefore, used to examine possible distances of chloroethene which may spread downstream of a source point over long time period. The control of groundwater flow can be an effective countermeasure against further spreading of pollutant plume.

キーワード：クロロエチレン、微生物分解、分解経路、分解微生物、運命
Keywords: Chloroethene, biodegradation, pathway, microorganism, fate

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 9:00 ~ 10:30 | 302 3F

[A-CG34] 衛星による地球環境観測

コンビーナ:沖 理子(宇宙航空研究開発機構)、本多 嘉明(千葉大学環境リモートセンシング研究センター)、高薮 縁(東京大学 大気海洋研究所)、松永 恒雄(国立環境研究所地球環境研究センター／衛星観測センター)、座長:鈴木 健太郎

近年、我々は様々な時空間スケールで起こる地球環境変動の問題を意識せざるを得ない状況下にある。衛星による地球環境観測データは、その問題への対処や解決に向けて必要不可欠な基礎データとなっている。衛星観測の分野は、近年の観測センサ技術とデータ処理技術の進歩により急速な進展を見せつつあり、個々の観測センサデータの精度を吟味する時代から、より高度なデータ利用の時代に入り、ユーザーの裾野も広がっている。また40年以上に渡る観測データの蓄積により、長期変動の解析がもたらす成果に期待が持てるようになり、長期継続観測の重要性が益々増している。利用が複合的になった今日において、大気、海洋、陸域の分野を包含できる本連合大会の大気水圏科学分野のセッションで包括的に取り上げ、関係者の知恵と知識を集結することで地球環境変動の問題に向けた更なる研究と利用の進展、将来の衛星地球観測計画の議論を促進することを目的としてセッション提案を行う。

9:00 ~ 9:15

[ACG34-07] GCOM-C「しきさい」による初年の観測について

★招待講演

*村上 浩[1]、堀 雅裕[1]、宮崎 理紗[1]、小林 利行[1]、永尾 隆[1]、緒方 一紀[1]、島田 利元[1]、高久 淳一[2] (1.宇宙航空研究開発機構地球観測研究センター、2.リモートセンシング技術センター)

9:15 ~ 9:30

[ACG34-08] Algorithm improvement for GCOM-C/SGLI Above Ground Biomass Standard product.

*梶原 康司[1]、本多 嘉明[1] (1.千葉大学)

9:30 ~ 9:45

[ACG34-09] Common retrieval of Atmospheric Aerosol Properties for geostationary and polar-orbital Satellite Imaging Sensors: Himawari8/AHI and GCOM-C/SGLI results

*吉田 真由美[1]、菊池 麻紀[1]、永尾 隆[1]、村上 浩[1]、弓本 桂也[2] (1.宇宙航空研究開発機構、2.九州大学)

9:45 ~ 10:00

[ACG34-10] Cloud optical properties from various ground and satellite instruments evaluated during an intensive campaign

*Alessandro Damiani[1]、Hitoshi Irie[1]、Takashi Horio[1]、Tamio Takamura[1]、Rei Kudo[2]、Pradeep Khatri[3]、Hironobu Iwabuchi[3]、Ryosuke Masuda[3]、Takashi M. Nagao[4] (1.CEReS, Chiba University、2.Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency、3.Graduate School of Science, Tohoku University、4.Earth Observation Research Center, JAXA)

10:00 ~ 10:15

[ACG34-11] Issues in aerosol-cloud-climate interaction: Needs for future satellite mission

★Invited Papers

*鈴木 健太郎[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

10:15 ~ 10:30

[ACG34-12] Impact of aerosol vertical profile and optical parameters on the accuracy of satellite AOD retrieval

*Jing Li[1]、Chong Li[1] (1.Peking University)

GCOM-C「しきさい」による初年の観測について
GCOM-C “Shikisai” FIRST YEAR OBSERVATIONS

*村上 浩[1]、堀 雅裕[1]、宮崎 理紗[1]、小林 利行[1]、永尾 隆[1]、緒方 一紀[1]、島田 利元[1]、高久 淳一[2]
*Hiroshi Murakami[1], Masahiro Hori[1], Risa Miyazaki[1], Toshiyuki Kobayashi[1], Takashi M. Nagao[1], Kazunori Ogata[1], Rigen Shimada[1], Junichi Takaku[2]

1. 宇宙航空研究開発機構地球観測研究センター、2. リモートセンシング技術センター
1. Earth Observation Research Center, Japan Aerospace Exploration Agency, 2. Remote Sensing Technology Center of Japan

One-year observation results of Global Change Observation Mission-Climate (GCOM-C) called “SHIKISAI” are introduced.

JAXA polar-orbit satellite, GCOM-C, which carries Second-generation Global Imager (SGLI), has been launched on 23 Dec. 2017, and operated in orbit during 2018. The key characteristics of the SGLI are (1) 250-m spatial resolution with 1150 km or 1400 km swath, and (2) nineteen bands in 0.38-12 um including two polarimetry bands (at 672 nm and 866 nm) with +/- 45 degree along-track tilt.

The SGLI radiometric gain was evaluated by the on-board calibration functions (solar, lamp, lunar, and electric calibrations) and vicarious calibration over the land, ocean and ice sheet. The radiometric gain was stable during the first year except for slight degradation (<2 %/year) in 380-565 nm bands. The geometric correction accuracy was evaluated by the Ground Control Point (GCP) matching. The deviation from the GCPs was stable and kept less than about 0.3 pixels.

The SGLI 250-m bands could capture seasonal change of the vegetation and the snow cover, the large-scale red tide, and the fine structures of land-surface temperature and coastal sea-surface temperature. Especially, unique functions of SGLI, the 380-nm band and polarimetry revealed the fine-mode aerosol distribution around wild fires (e.g., California, Africa, and Siberia) and Asian city areas (e.g., North India, and East China). The polarimetry seemed to improve estimation of the aerosols emitted densely from the fires. Difference of the 250-m land-surface temperature between the day and nighttime may give us information about the heat budget in the various land covers including city and crop areas. The GCOM-C standard products have been evaluated and open to public freely through JAXA data portal, G-portal, since Dec. 2018. The re-process of the 2018 data will be completed in the early summer 2019. The accumulating GCOM-C data products are expected to be used in the wide areas of the earth environment researches.

キーワード：GCOM-C、SGLI、リモートセンシング
Keywords: GCOM-C, SGLI, remote sensing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Algorithm improvement for GCOM-C/SGLI Above Ground Biomass Standard product.

Algorithm improvement for GCOM-C/SGLI Above Ground Biomass Standard product.

*梶原 康司[1]、本多 嘉明[1]
*KAJIWARA Koji[1], Yoshiaki HONDA[1]

1. 千葉大学
1. Chiba University

On 23rd Dec., 2017, Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) has launched new Earth observation satellite GCOM-C . GCOM-C equips Second-generation Global Land Imager (SGLI) as core sensor. Since SGLI can observe nadir and off-nadir angle with along-track direction simultaneously, it is expected to retrieve forest Above Ground Biomass (AGB) using bi-directional spectral data.

For the estimation of forest AGB, difference of bi-directional reflectance of each observation angle caused by forest canopy structure will be key information.

Authors have been developed basic AGB estimation algorithm for SGLI AGB standard product. This algorithm is based on the empirical model related to the relationship between reflectance shift on the Red-NIR plane for different viewing angle and AGB. The algorithm requires optimum approximation coefficients directly related AGB amount in observed area for each forest type. In 1st stage product algorithm, we have decided these coefficients using AGB in-situ dataset collected from literature survey which work has been conducted by JAMSTEC. While the AGB estimation results using SGLI reflectance data achieved success criteria for initial stage, it is required for getting better accuracy to achieve the full success criteria.

In this paper, development of algorithm for aimed at improving accuracy was discussed. The improved algorithm which adopting the rasterized AGB existed data base and change the zoning method, has been tested. The result of the trial, the accuracy of estimation has been confirmed.

キーワード：Second Generation Global Imager (SGLI)、Multi-angular observation、Forest canopy、Biomass Estimation
Keywords: Second Generation Global Imager (SGLI), Multi-angular observation, Forest canopy, Biomass Estimation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Common retrieval of Atmospheric Aerosol Properties for geostationary and polar-orbital Satellite Imaging Sensors: Himawari8/AHI and GCOM-C/SGLI results

*吉田 真由美[1]、菊池 麻紀[1]、永尾 隆[1]、村上 浩[1]、弓本 桂也[2]
*Yoshida Mayumi[1], Maki Kikuchi[1], Takashi M. Nagao[1], Hiroshi Murakami[1], Keiya Yumimoto[2]

1. 宇宙航空研究開発機構、2. 九州大学
1. Japan Aerospace Exploration Agency, 2. Kyusyu University

Aerosols influence the energy budget of the earth’ s climate system through scattering and absorbing solar radiation. The Intergovernmental Panel on Climate Change Fifth Assessment Report (IPCC, 2014) reported that the radiative forcing of the total aerosol effect in the atmosphere, which includes cloud adjustments due to aerosols, is −0.9 W m^{-2} and results from a negative forcing from most aerosols with a positive contribution from black carbon absorption of solar radiation. However, the range of the uncertainties remains large (−1.9 W m^{-2} to −0.1 W m^{-2}).

For a more precise estimation of the impact of aerosols on climate systems, investigation of the behavior of aerosols on a global scale is essential but challenging because aerosol amounts and characteristics vary over space and time.

Aerosol remote sensing studies have been carried out using polar-orbital Earth observation satellites. JAXA has launched Global Change Observation Mission-Climate (GCOM-C)/Second-generation GLobal Imager (SGLI) at the end of 2017, and Greenhouse gases Observing SATellite- 2 (GOSAT-2)/Cloud and Aerosol Imager 2 (CAI-2) in 2018. In several years, Earth Clouds Aerosols and Radiation Explorer (EarthCARE)/ Multi-Spectral Imager (MSI) will be launched.

In addition, the next-generation geostationary satellite of the Japan Meteorology Agency (JMA), Himawari-8, was launched on October 7, 2014. It carries the Advanced Himawari Imager (AHI), which has six bands from visible to near-infrared wavelengths. It is significantly different from the previous Himawari-6/7 having only one channel in the wavelengths, which made the estimation of aerosol difficult because the assumption of aerosol type is necessary. Himawari-8/AHI observes the top of atmosphere (TOA) visible and near-infrared radiance at a resolution of 0.5–2.0 km over Asia and Oceania at every 10 min, which enables frequent aerosol estimation over the same ground targets.

The synergistic uses of these various imaging sensors on both geostationary and polar-orbital satellites are helpful to understand a complete picture of aerosol distribution in the global scale. For this purpose, we developed the common retrieval algorithm of the atmospheric aerosol properties for various satellite sensors and over both land and ocean.

The algorithm is based on the method developed by Higurashi and Nakajima (1998) and Fukuda et al. (2013). The three main features in the concept of this algorithm are as follows: (1) automatic selection of the optimum channels for aerosol retrieval by introducing a weight for each channel to the object function, (2) setting common candidate aerosol models over land and ocean, and (3) preparation of lookup tables for every 1 nm in the range of 300 to 2500 nm of wavelength and weighting the radiance using the response function for each sensor.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The method was applied to Himawari-8/AHI and GCOM-C/SGLI. The validation study indicated that aerosol optical thickness estimated from our algorithm was generally consistent with the products from Moderate Resolution Imaging Spectro-radiometer (MODIS) and Aerosol Robotic Network, and SKYNET.

In addition, the utilization of the aerosol properties forecasted by a global aerosol transport model for the retrieval are discussed.

キーワード：エアロゾル、リモートセンシング、ひまわり、SGLI
Keywords: earosol, remote-sensing, Himawari, SGLI

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Cloud optical properties from various ground and satellite instruments evaluated during an intensive campaign

*Alessandro Damiani[1], Hitoshi Irie[1], Takashi Horio[1], Tamio Takamura[1], Rei Kudo[2], Pradeep Khatri[3], Hironobu Iwabuchi[3], Ryosuke Masuda[3], Takashi M. Nagao[4]

1. CEReS, Chiba University, 2. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency, 3. Graduate School of Science, Tohoku University, 4. Earth Observation Research Center, JAXA

An intensive campaign to monitor the atmospheric environment (i.e., aerosols, clouds, and gases) has been carried out at the SKYNET station of Chiba University in November 2018. The station is equipped with a broad range of meteorological instruments as well as sky radiometers and is part of various international research networks. Due to their challenging estimation from ground observations and the typical discrepancy between satellite and surface-based estimates, here we focus on cloud optical properties taking a particular interest in cloud optical depth (COD). First, we conducted a careful evaluation of four COD datasets retrieved from surface observations of i) zenith radiance recorded by a sky-radiometer (based on two independent algorithms), ii) solar radiation taken by a pyranometer and iii) spatial distribution of radiance recorded by a camera system equipped with fisheyes lens. Then, we assessed satellite-based estimations of COD retrieved from AHI/Himawari-8 and SGLI/GCOM-C observations trying to explain the differences between satellite and ground data in term of atmospheric conditions, acquisition geometry and COD spatial distribution. Preliminary results achieved from this activity will be presented.

Keywords: satellite, clouds, solar radiation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Issues in aerosol-cloud-climate interaction: Needs for future satellite mission

*鈴木 健太郎[1]
*Kentaroh Suzuki[1]

1. 東京大学大気海洋研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo

The aerosol forcing is the largest source of uncertainty in determining climate forcing that drives global climate change. The aerosol forcing consists of the so-called direct (aerosol-radiation interaction) and indirect (aerosol-cloud interaction) effects, both of which are subject to significant uncertainty. This uncertainty arises from our lack of understanding on key processes that govern interactions between aerosol, cloud and climate. Precipitation, among those processes, is central to the aerosol-cloud-climate interaction through its effect of depleting both clouds and aerosols. The aerosol-induced precipitation change influences the cloud lifetime and amount, whereas the precipitation change also modulates the wet removal of aerosols. This underscores a fundamental role of precipitation in shaping the aerosol-cloud-climate interaction. Recent advance in satellite observations by multiple sensors and platforms enabled us to observationally diagnose the precipitation processes on the global scale particularly, which also offers a process-level constraint on model representation of the processes. Such a “bottom-up” model constraint, however, turned out to be inconsistent with “top-down” energy balance requirement on model performance, exposing error compensations in state-of-the-art climate models at a fundamental level. This proposes that there is still a gap in our understanding of the aerosol-cloud-climate processes that hampers their reliable modeling. This presentation discusses what is required to observe in future satellite missions for filling the gap in understanding and modeling the aerosol-cloud-climate interaction. In particular, observational needs for aerosol, cloud and precipitation will be argued to better quantify aerosol-induced climate forcing in the context of recent Aerosol-Cloud-Convection-Precipitation (A-CCP) discussion emerging from the US Decadal Survey and multiple community efforts for process-oriented model diagnostics in an attempt to advance climate modeling.

キーワード：エアロゾル、雲・降水、気候モデリング、衛星観測
Keywords: Aerosol, Cloud and precipitation, Climate modeling, Satellite observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Impact of aerosol vertical profile and optical parameters on the accuracy of satellite AOD retrieval

*Jing Li[1], Chong Li[1]

1. Peking University

Satellite sensors are widely used to monitor large scale aerosol variability from space. However, current aerosol retrieval algorithm used by passive sensors still suffers from uncertainties in a series of assumptions, with two important ones being aerosol vertical distribution and scattering/absorbing parameters. In this study, we investigate the effect of these two assumptions on the accuracy of retrieved aerosol optical depth (AOD) using both sensitivity experiments and actual retrieval practices. Using the 6S and Modtran radiative transfer model, we find that the retrieved AOD is very sensitive to the height of absorbing aerosols, and the effect increases with surface albedo. In extreme cases, the error can be as large as 80%. The retrieval results are also quite sensitive to aerosol single scattering albedo, compared to other parameters such as asymmetry parameter and effective radius. Using the aerosol profiles and optical parameters measured by lidar and sunphotometer at the PKU site, we find that the retrieval accuracy can be greatly improved by ~50%. Our results highlight the necessity to refined aerosol profile and optical parameters in the passive retrieval algorithms, possibly through space born lidars and ground based observations.

Keywords: aerosol satellite retrieval, aerosol vertical profile, aerosol single scattering abledo, lidar

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | 302 3F

[A-CG34] 衛星による地球環境観測

コンビーナ:沖 理子(宇宙航空研究開発機構)、本多 嘉明(千葉大学環境リモートセンシング研究センター)、高薮 縁(東京大学 大気海洋研究所)、松永 恒雄(国立環境研究所地球環境研究センター／衛星観測センター)、座長:高橋 暢宏(名古屋大学宇宙地球環境研究所)

近年、我々は様々な時空間スケールで起こる地球環境変動の問題を意識せざるを得ない状況下にある。衛星による地球環境観測データは、その問題への対処や解決に向けて必要不可欠な基礎データとなっている。衛星観測の分野は、近年の観測センサ技術とデータ処理技術の進歩により急速な進展を見せつつあり、個々の観測センサデータの精度を吟味する時代から、より高度なデータ利用の時代に入り、ユーザーの裾野も広がっている。また40年以上に渡る観測データの蓄積により、長期変動の解析がもたらす成果に期待が持てるようになり、長期継続観測の重要性が益々増している。利用が複合的になった今日において、大気、海洋、陸域の分野を包含できる本連合大会の大気水圏科学分野のセッションで包括的に取り上げ、関係者の知恵と知識を集結することで地球環境変動の問題に向けた更なる研究と利用の進展、将来の衛星地球観測計画の議論を促進することを目的としてセッション提案を行う。

10:45 ~ 11:00

[ACG34-13] GPM/DPRの推定する雨滴粒径分布の統計的手法による検証

*高橋 暢宏[1] (1.名古屋大学　宇宙地球環境研究所)

11:00 ~ 11:15

[ACG34-14] Impact study of DPR SLH nudging method for data assimilation in the JMA Local NWP system

★Invited Papers

*幾田 泰酵[1] (1.気象庁)

11:15 ~ 11:30

[ACG34-15] Precipitation Extremes Monitoring using Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) Product

*久保田 拓志[1]、田島 知子[1]、沖 理子[1]、妻鹿 友昭[2]、牛尾 知雄[2] (1.宇宙航空研究開発機構　地球観測研究センター、2.首都大学東京　システムデザイン学部)

11:30 ~ 11:45

[ACG34-16] Estimation of cloud water content over land using satellite-based passive microwave observations with a coupled land and atmosphere assimilation method

*瀬戸 里枝[1]、鼎 信次郎[1] (1.東京工業大学)

11:45 ~ 12:00

[ACG34-17] Ensemble-Based Data Assimilation of GPM/DPR Reflectivity into the Nonhydrostatic Icosahedral Atmospheric Model NICAM

*小槻 峻司[1]、寺崎 康児[1]、三好 建正[1] (1.国立研究開発法人　理化学研究所　計算科学研究センター)

12:00 ~ 12:15

[ACG34-18] **An ecohydrological land reanalysis by integrating simulation and satellite observations**

*澤田 洋平[1]、仲江川 敏之[1]、岡本 幸三[1]、入口 武史[1]、藤井 秀幸[2] (1.気象庁気象研究所、2.宇宙航空研究開発機構)

GPM/DPRの推定する雨滴粒径分布の統計的手法による検証
Statistical validation of drop size distribution estimated by GPM/DPR

*高橋 暢宏[1]
*Nobuhiro Takahashi[1]

1. 名古屋大学　宇宙地球環境研究所
1. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

The dual-frequency precipitation radar (DPR) onboard Global Precipitation Measurement (GPM) core satellite provides the information of the model parameter of the drop size distribution (DSD) assuming the Gamma type DSD model by using Ku-band (KuPR) and Ka-band (KaPR) radar observations. In the current DPR algorithm introduces ε (epsilon) as a DSD parameter that is constant in the vertical profile. The ε is defined as a control parameter in k-Z relationship as $k=\varepsilon \alpha Z^{\wedge}\beta$, where k is specific attenuation in (dB/km) and, α and β is constant value, respectively. Therefore, once ε and Z are determined, DSD (and then R) and Z(Ku) - Z (Ka) relationship are determined.

The purpose of this study is to evaluate ε estimated from DPR algorithm by statistical approach. In this study, two methods are implemented: 1) Histogram matching between Z from KuPR and KaPR, and 2) Estimation of ε from PIA-zeta relationship that can be calculated both KuPR and KaPR individually (single frequency method).

Data used in this study are DPR level-2 (Matched swath) in 2015, 2016 and 2017. Before applying the methods, backscattering database for Ku, Ka and W band using Mie theory and Z(Ku)-Z(Ka), Z(Ku)-Z(W) table for various ε ranging from 0.3 to 2.0 with 0.05 intervals, are prepared.

The histogram method compares histograms of Z (Ku) and Z (Ka). In this analysis, the average ε at a certain area (e.g. 10 x 10 degrees box in latitude and longitude) represent the typical value of the area. Since the difference in the histograms of Z both from the KuPR and KaPR reflects the difference in Mie effect between KuPR and KaPR and therefore ε represents the corresponding DSD model. In other words, if we know the ε, we can reproduce the KaPR histogram from KuPR histogram. In this analysis, starting from KuPR histogram, the most appropriate KaPR histogram is tried to find by changing the ε. The advantage of this approach is that ε can be estimated various height (e.g. 1 km, 2 km) if the both KuPR and KaPR data exist. This method, however, is not independent estimation of ε from the standard algorithm of DPR because this method uses the attenuation corrected Z by the standard algorithm that implicitly include the ε. For the calculation of ε, exceedance probability of Z histogram is used. This method can be utilized for different orbital sensors such as the comparison between CloudSat and TRMM/PR.

The next method is to utilize the path integrated attenuation (PIA)- zeta(ζ) relationship (regression method). According to Iguchi et al. (2000),
$1-10^{\wedge}(-PIA\beta/10)=\varepsilon\zeta$, where ζ is the integral of specific attenuation using the observed Z(Zm) instead of attenuation corrected Z multiplied by $0.2\ln(10)\beta$. PIA is estimated by the observation of the surface echo (surface reference method). By making a scatter plot of $1-10^{\wedge}(-PIA\beta/10)$ and ζ, ε corresponds to the slope of this plot. The slope in Ku-band corresponds to the ε in this study. Ka-band epsilon is calculated using the same k-Z relationship with Ku-band.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The ε estimated by these two methods are compared with the average value of ε from standard algorithm. Basically ε from both methods correlate well with the ε from the standard algorithm. Note that the variance ε from the regression method is twice large as the standard algorithm. This result may be caused by that the standard algorithm not to determine the ε under less attenuated situation. The regression method can be utilized to assess the k-Z relationship between Ku and Ka and the histogram method of various height indicates the constant ε of the throughout the profile may not be valid.

キーワード：降水、レーダ、雨滴粒径分布
Keywords: Precipitation, radar, drop size distribution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Impact study of DPR SLH nudging method for data assimilation in the JMA Local NWP system

*幾田 泰酵[1]
*Yasutaka Ikuta[1]

1. 気象庁
1. Japan Meteorological Agency

GPM DPR Spectral Latent Heating (GPM-SLH) profile is a very valuable product with three-dimensional latent heating information of precipitation system. The data assimilation of this GPM-SLH is expected to improve the precipitation prediction in numerical weather prediction. The impact of SLH data assimilation is investigated in the Local NWP system which includes the high-resolution numerical prediction model called Local Forecast Model (LFM) of Japan Meteorological Agency.

The purpose of the operation of LFM is to provide information on very-short range precipitation forecast and aviation weather forecasting. The initial condition for the LFM is created by hourly data assimilation in the Local NWP system because the forecast immediacy is important for the achievement of the LFM's aims. Thus the forecast of LFM from the initial condition has latest information of real atmosphere by the hourly assimilation. However, this data assimilation system consists of simple 3D-VAR combined with prediction which is capable of performing speedy calculation for rapidly updating the forecast.

GPM-SLH nudging method corrects the latent heating in cloud microphysics scheme while the numerical prediction model is running in the assimilation window. It is a very efficient method that can input SLH information into the model with keeping immediacy of forecast. In the Local NWP system, the nudging method was implemented and impact studies of SLH assimilation were conducted in typical cases of mid-latitude precipitation system. In this presentation, I will show the result of impact study of GPM-SLH assimilation and the problems to be addressed.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Precipitation Extremes Monitoring using Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) Product

*久保田 拓志[1]、田島 知子[1]、沖 理子[1]、妻鹿 友昭[2]、牛尾 知雄[2]
*Takuji Kubota[1], Tashima Tomoko[1], Riko Oki[1], Tomoaki Mega[2], Tomoo Ushio[2]

1. 宇宙航空研究開発機構　地球観測研究センター、2. 首都大学東京　システムデザイン学部
1. Earth Observation Research Center,Japan Aerospace Exploration Agency, 2. Department of Aerospace Engineering, Tokyo Metropolitan University

Natural hazards caused by weather and climate tend to increase in recent years, and it is recognized that there is a need to better utilize and improve the monitoring of extreme weather and climate events from space. Recently, satellite-based precipitation datasets have been developed to achieve higher spatial and temporal resolutions using combined data from passive microwave (PMW) sensors in low Earth orbit and infrared (IR) radiometers in geostationary Earth orbit. Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) is a blended PMW–IR precipitation product and has been developed in Japan for the Global Precipitation Measurement (GPM) mission. In this study, detections of drought and heavy precipitation events are examined using standardised precipitation index (SPI) and a statistical value, to demonstrate a capability of the GSMaP. Such efforts will contribute to precipitation extremes monitoring activities using satellite data, such as the World Meteorological Organization (WMO) Space-based Weather and Climate Extremes Monitoring Demonstration Project (SEMDP) with focus on monitoring drought and heavy precipitation in countries of the South-East Asia and the Pacific.

In this study, GSMaP Near-real-time Gauge-adjusted Rainfall Product (GSMaP_Gauge_NRT) for algorithm version 6 is used. This product is adjusted using an optimization model with parameters calculated from data during the past 30 days. As for weather and climate extremes, here it is defined as an extreme precipitation, when a mean rainfall for a specified period is higher than a threshold based on the percentiles (ex. 95th, 99th percentile). Whereas, drought is diagnosed based on SPI over 1, 2 and 3 months. Percentiles and SPI are calculated in 0.1x0.1 grid at lat/lon resolution from the dataset during 18 years from April 2000 to March 2018. To demonstrate feasibilities of GSMaP_Gauge_NRT (v6) for climate extremes monitoring, we evaluated past cases of drought and heavy rainfall.

The first case is drought in south-eastern Australia during July-September 2007. A drought area where 3-month SPI is less than -1.2 spreads widely around the south of Australia. The detected drought area is roughly consistent with an area above 9th decile (Very Much Below Average) shown by the Bureau of Meteorology (BoM) in Australia. However, because there are few rain gauges in Western Australia’s eastern part, distributions between both are different. The second case is heavy rainfall events in western and eastern Australia in December 2010. Monthly mean precipitation exceeds 95th percentile in western and eastern Australia. These detected heavy rainfall area roughly corresponds to an area below 2nd decile (Very Much Above Average) shown by the BoM. The last case is heavy rainfall events in Malay Peninsula in December 2014, which extreme rainfall caused widespread flooding over Thailand and the east coast of Peninsular Malaysia. Time-fluctuation of GSMaP_Gauge_NRT (v6) daily precipitation averaged over these areas is roughly in good agreement with that of CPC Gauge Analysis. A series of heavy rainfall events beginning on 14 December 2014 can be confirmed from space-based observations. Especially, pentad precipitation for 22-26 December 2014, is higher than 99th percentile over large portion of Peninsular Malaysia. Actually, floods caused by heavy rain hit in this area.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：降水、衛星、極値
Keywords: Precipitation, Satellite, Extreme

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimation of cloud water content over land using satellite-based passive microwave observations with a coupled land and atmosphere assimilation method

*瀬戸 里枝[1]、鼎 信次郎[1]
*Rie Seto[1], Shinjiro Kanae[1]

1. 東京工業大学
1. Tokyo Institute of Technology

We proposed a method to estimate the cloud water content (CWC) over land at multiple-kilometer resolutions and to concurrently assimilate the estimated CWC into the model by using multi-frequency satellite-based passive microwave brightness temperatures (TBs) and coupled land and atmosphere assimilation.
The need for a better understanding and more accurate representation of clouds in atmospheric models has been apparent for decades. However, a lack of sufficient observations and reanalysis products is a major obstacle. The use of TBs is an effective way to retrieve CWC of extensive and heterogeneous cloud systems all at once, but it is challenging to estimate CWC over land due to complexities of cloud processes and uncertainties in strong and heterogeneous land emissions. Our method overcomes the difficulty of retrieving clouds over land from TBs and representing them in models by simultaneously optimizing land emissions and CWC over land, and assimilating the estimations into models.
The estimated CWC was in good accordance with vertical two-dimensional products of CloudSat in terms of cloud water path and the vertical distribution of CWC. In addition, we examined the uncertainties of this method by sensitivity analysis of CWC estimates of TBs and cloud top height. The results suggested that the error in TBs is not large, and that cloud top height affects the estimated CWC more sensitively than TBs. The addition of cloud top height information from other satellite observations as a constraint of optimization allows further improvement of the vertical distributions of CWC.
This study revealed that the proposed method has great potential to provide unprecedented data for CWC with adequate accuracy, which are continuously distributed over land and ocean.

キーワード：陸域雲水量の推定、衛星搭載マイクロ波放射計、陸面と大気の同時同化
Keywords: estimation of cloud water content over land, satellite-based passive microwave brightness temperature, coupled assimilation of land and atmosphere

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ensemble-Based Data Assimilation of GPM/DPR Reflectivity into the Nonhydrostatic Icosahedral Atmospheric Model NICAM

*小槻 峻司[1]、寺崎 康児[1]、三好 建正[1]
*Shunji Kotsuki[1], Koji Terasaki[1], Takemasa Miyoshi[1]

1. 国立研究開発法人　理化学研究所　計算科学研究センター
1. RIKEN Center for Computational Science

This study aims to improve the precipitation forecasts from numerical weather prediction models through effective assimilation of satellite-observed precipitation data. The assimilation of precipitation data is known to be difficult mainly due to highly non-Gaussian statistics of precipitation-related variables. We have been developing a global atmospheric data assimilation system NICAM-LETKF, which comprises the Nonhydrostatic ICosahedral Atmospheric Model (NICAM) and Local Ensemble Transform Kalman Filter (LETKF). Using the NICAM-LETKF system, Kotsuki et al. (2017, JGR) successfully improved the weather forecasts by assimilating the Japan Aerospace eXploration Agency (JAXA)’s Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) data into the NICAM at 112-km horizontal resolution. However, assimilating space-borne precipitation radar data remains to be a challenging issue.

This study pioneers to assimilate radar reflectivity measured by the Dual-frequency Precipitation Radar (DPR) onboard the Global Precipitation Measurement (GPM) core satellite into the NICAM. We conduct the NICAM-LETKF experiments at 28-km horizontal resolution with explicit cloud microphysics of a single-moment 6-class bulk microphysics scheme. To simulate GPM/DPR reflectivity from NICAM model outputs, the joint-simulator (Hashino et al. 2013; JGR) is used. Our initial tests showed a better match with the observed reflectivity by assimilating GPM/DPR reflectivity into NICAM forecasts. However, the results from a 1-month data assimilation cycle experiment showed general degradation by assimilating GPM/DPR reflectivity. For better use of GPM/DPR reflectivity data, we are exploring to estimate model cloud physics parameters by assimilating them. This presentation will include the most recent progress up to the time of the meeting.

キーワード：GPM、データ同化、NICAM-LETKF、降水、レーダー反射強度、アンサンブルカルマンフィルタ
Keywords: GPM, Data Assimilation, NICAM-LETKF, Precipitation, Radar Reflectivity, Ensemble Kalman Filter

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

An ecohydrological land reanalysis by integrating simulation and satellite observations

*澤田 洋平[1]、仲江川 敏之[1]、岡本 幸三[1]、入口 武史[1]、藤井 秀幸[2]
*Yohei Sawada[1], Tosiyuki Nakaegawa[1], Kozo Okamoto[1], Takeshi Iriguchi[1], Hideyuki Fujii[2]

1. 気象庁気象研究所、2. 宇宙航空研究開発機構
1. Meteorological Research Institute, 2. Japan Aerospace Exploration Agency

Monitoring terrestrial water, energy, and ecosystem is crucially important to understand global environmental changes. Land reanalysis, in which a land surface model (LSM) is driven by bias-corrected atmospheric forcing based on an atmospheric reanalysis dataset, has greatly contributed to generating the long-term and spatiotemporally homogeneous dataset of terrestrial environmental condition. Here we propose a new land reanalysis called ECoHydrological Land reAnalysis (ECHLA). Compared with the other existing land reanalyses, the characteristics of ECHLA are: (1) ECHLA can simulate not only water and energy, but also vegetation dynamics; (2) ECHLA is generated by sequential data assimilation of satellite microwave observation, which is sensitive to soil moisture and vegetation water content, into a LSM; (3) ECHLA can quantify the uncertainty in its simulated variables by an ensemble method. In this presentation, we will show the concept of ECHLA and the preliminary results of the validation of the ECHLA’s prototype and its application to drought quantification.

Sawada, Y. (2018), Quantifying drought propagation from soil moisture to vegetation dynamics using a newly developed ecohydrological land reanalysis, ***Remote Sensing**, 10,* 1197

キーワード：陸域再解析、マイクロ波リモートセンシング、衛星データ同化
Keywords: land reanalysis, microwave remote sensing, satellite data assimilation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_3

[A-CG34] 衛星による地球環境観測

コンビーナ:沖 理子(宇宙航空研究開発機構)、本多 嘉明(千葉大学環境リモートセンシング研究センター)、高薮 縁(東京大学 大気海洋研究所)、松永 恒雄(国立環境研究所地球環境研究センター／衛星観測センター)

近年、我々は様々な時空間スケールで起こる地球環境変動の問題を意識せざるを得ない状況下にある。衛星による地球環境観測データは、その問題への対処や解決に向けて必要不可欠な基礎データとなっている。衛星観測の分野は、近年の観測センサ技術とデータ処理技術の進歩により急速な進展を見せつつあり、個々の観測センサデータの精度を吟味する時代から、より高度なデータ利用の時代に入り、ユーザーの裾野も広がっている。また40年以上に渡る観測データの蓄積により、長期変動の解析がもたらす成果に期待が持てるようになり、長期継続観測の重要性が益々増している。利用が複合的になった今日において、大気、海洋、陸域の分野を包含できる本連合大会の大気水圏科学分野のセッションで包括的に取り上げ、関係者の知恵と知識を集結することで地球環境変動の問題に向けた更なる研究と利用の進展、将来の衛星地球観測計画の議論を促進することを目的としてセッション提案を行う。

[ACG34-P01] Impact of usage of multiple-satellite sensors on accuracy of daily-mean sea surface wind data

*小泉 あゆみ[1]、久保田 雅久[2]、轡田 邦夫[3]、富田 裕之[4]、日原 勉[5] (1.東海大学大学院海洋学研究科海洋学専攻、2.東海大学海洋研究所、3.東海大学海洋学部海洋地球科学科、4.名古屋大学宇宙地球環境研究所、5.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[ACG34-P02] Temperature and Size Variability of Warm Pools in the Global Oceans

*ChunYi Lin[1] (1.National Museum of Marine Science & Technology)

[ACG34-P03] Sea surface temperature from SGLI aboard the GCOM-C satellite of JAXA

*Yukio Kurihara[1]、緒方 一紀[2]、村上 浩[2]、可知 美佐子[2] (1.Tripli-I Co., Ltd.、2.JAXA EORC)

[ACG34-P04] Concept of small satellite UV/visible imaging spectrometer optimized for tropospheric NO_2 measurements in air quality monitoring

*環 藤繩[1,5]、Noguchi Katsuyuki[2]、Kuze Akihiko[3]、Richter Andreas[4]、Burrows John[4]、Meier Andreas[4]、Sato Tomohiro[1]、Kuroda Takeshi[1]、Yoshida Naohiro[5]、KASAI YASUKO[1,5] (1.National Institute of Information and Communications Technology、2.Nara Women's University、3.Japan Aerospace Exploration Agency、4.University of Bremen、5.Tokyo Institute of Technology)

[ACG34-P05] EarthCARE L2 algorithms for cloud and precipitation

*佐藤 可織[1]、岡本 創[1]、石元 裕史[2] (1.九州大学、2.気象研究所)

[ACG34-P06] Analysis of the Surface Echo Characteristics Derived from GPM/DPR Wide Swath Observation Experiment

*山本 晃輔[1]、古川 欣司[1]、高橋 暢宏[2]、久保田 拓志[1] (1.宇宙航空研究開発機構、2.名古屋大学)

[ACG34-P07] 全球降水観測(GPM)ミッションの日本における最近の成果

*沖 理子[1]、久保田 拓志[1]、古川 欣司[1]、金子 有紀[1]、山地 萌果[1]、山本 晃輔[1]、井口 俊夫[2]、高薮 縁[3] (1.宇宙航空研究開発機構、2.情報通信研究機構、3.東京大学)

[ACG34-P08] 衛星全球降水マップGSMaPの誤差幅情報の提供にむけた検証

*山地 萌果[1]、久保田 拓志[1] (1.宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター)

[ACG34-P09] Detection of the mixed phase top using the measured dual-frequency ratio of reflectivity with GPM/DPR

*金子 有紀[1]、井口 俊夫[2] (1.国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構、2.国立研究開発法人 情報通信研究機構)

[ACG34-P10] **衛星による高頻度降雨推定データとAPHRODITE-2地上雨量計観測データの相互比較**

*広瀬 民志[1]、豊嶋 紘一[1]、樋口 篤志[1]、谷田貝 亜紀代[2]、安富 奈津子[3] (1.千葉大学環境リモートセンシング研究センター、2.弘前大学、3.京都大学防災研究所)

[ACG34-P11] ひまわり8号を用いた高分解GSMaPの開発

*妻鹿 友昭[1]、牛尾 知雄[1] (1.首都大学東京)

[ACG34-P12] 軌道上でのGCOM-C/SGLI偏光感度評価

*宮崎 理紗[1]、村上 浩[1]、堀 雅裕[1] (1.宇宙航空研究開発機構)

[ACG34-P13] Analysis of SGLI validation datas based on the effects of the growth and ground types for the AGB development

*石橋 良太[1]、梶原 康司[1]、本多 嘉明[1] (1.千葉大学環境リモートセンシング研究センター)

[ACG34-P14] Remote sensing of aerosol optical properties and water-leaving radiance based on the optimal estimation approach

*Chong Shi [1]、中島 映至[1]、橋本 真喜子[1]、竹中 栄晶[1] (1.宇宙航空研究開発機構)

[ACG34-P15] GOSAT/TANSO-CAIを用いた大気エアロゾル推定とPM2.5の導出

*橋本 真喜子[1]、竹中 栄晶[1]、中島 映至[1]、日暮 明子[2] (1.宇宙航空研究開発機構、2.国立環境研究所)

[ACG34-P16] **Establishing a high resolution road fugitive dust emission inventory in Kaifeng City, China**

*Yiming Xu[1]、Shili Liu[1]、Xinyue Cao[1]、Xianbao Shen[1]、Zhiliang Yao[1] (1.Department of Environmental Science and Engineering, Beijing Technology and Business University)

[ACG34-P17] A Relationship between Diurnal Change Patterns of Land Surface Temperature and Spatial Configuration of the Osaka Metropolitan Area Captured by Himawari-8

*山本 雄平[1]、石川 裕彦[1] (1.京都大学防災研究所)

Impact of usage of multiple-satellite sensors on accuracy of daily-mean sea surface wind data

*小泉 あゆみ[1]、久保田 雅久[2]、轡田 邦夫[3]、富田 裕之[4]、日原 勉[5]
*Ayumi Koizumi[1], Masahisa Kubota[2], Kunio Kutsuwada[3], Hiroyuki Tomita[4], Tsutomu Hihara[5]

1. 東海大学大学院海洋学研究科海洋学専攻、2. 東海大学海洋研究所、3. 東海大学海洋学部海洋地球科学科、4. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、5. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Tokai University, 2. Tokai University, Institute of Ocean Research and Development, 3. School of Marine Science and Technology, Tokai University, 4. Institute for Space-Earth Environmental, Nagoya University, 5. Japan Agency for Marine-Erth Science and Technology

Most satellites observing sea surface winds have sun-synchronous orbits and provide observation data at the same place two times per a day. We can expect that daily-mean values estimated from these data have some errors when diurnal changes in wind field cannot be neglected. For this problem, use of multiple satellites is helpful. Since the number of sensors used to construct daily-mean data is different among the years, it is expected that the accuracy of a daily-mean value changes from year to year.

The purpose of this study is to describe time variation of accuracy in daily-mean wind data in the Japanese Ocean Flux Data Sets with Use of Remote Sensing Observation (J-OFURO)-3 and to investigate its causes by comparing with in-situ measurement data by moored buoys and calculating three statistical values.

Results reveal that the statistical values are improved with year. To examine the relationship between the yearly statistics and the yearly number of satellite sensors, we plotted a scatter diagram between the number of satellites and three statistical values in each year. We found that the correlations between them are very high. We also focused on a time interval of the satellite wind observation, namely maximum missing time within a day. The result showed that the correlation between three statistical values and maximum missing time intervals is high. Since the relation between these two factors is not independent, we analyzed by considering both factors together. First, we chose five buoys with various standard deviations for a daily-mean value. Next, we picked up data from buoy's hourly data using random numbers, and calculated the daily mean value using the random data, and then determined the number of observations and the maximum missing time interval each day. Assuming the daily mean value calculated from 24 hourly data as a true value, the RMSE between this true value and the daily mean created from random data was calculated. From the result of this analysis, it was found that the value of Root Mean Square Error(RMSE) depends on the maximum missing time interval rather than the number of observations. Furthermore, when RMSE was normalized by standard deviation, the same figures were obtained for all buoys. This result implies that the RMSE of the daily mean value of the buoy station can be estimated if the magnitude of diurnal variation is known by giving the number of satellites used for observation and the maximum missing time interval, Moreover, by applying this result, we think that it is possible to show the optimal number of sensors and observation time for target accuracy. This result gives very breakthrough information to the design of the satellite observation system for sea surface wind.

キーワード：複数衛星センサー、海上風速
Keywords: Multiple-satellite sensors, Sea surface wind

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Temperature and Size Variability of Warm Pools in the Global Oceans

*ChunYi Lin[1]

1. National Museum of Marine Science & Technology

Using advance satellite-derived Sea surface height anomaly, sea surface temperature (SST) data, and heat flux data, we investigate the thermal variability, temperature and size variability of warm pools in the global oceans, the Pacific, the Atlantic, and the Indian Ocean, respectively. Because of the high density and specific heat of seawater, water can store and transport large amounts of heat. High SST has particular influence on global climate system. Furthermore previous studies focused on the global warming or area warming, in this investigation we present results of warm pool SST binned into 1 ˚C interval. Detecting temperature and size variability of warm pools in the global oceans, it suggests that the high SST area (SST ≧ 28˚C) has faster increasing rate than surrounding area (SST 20˚C - 27˚C) in the global oceans, the Pacific, the Atlantic, and the Indian Ocean, respectively. To understand the role of surface heat flux in the tropical SST fluctuation, we analyze the mixed layer heat balance equation. Upper ocean heat budget between the heat advection and heat diffusion term are compared and heat diffusion processes may be a mechanism for transporting excessive amount of heat that the warm pool through enhancing the SST gradient around the edge of the warm pool. In order to find out dominant period components and the relationship of energy-frequency distribution without influenced induced by nonlinear and nonstationary signals, the Hilbert-Huang Transform applied by ensemble empirical mode decomposition is employed. The ensemble empirical mode decomposition analysis indicates that the interannual component has strong influence on the variability of the warm core pool in the Pacific, presumably because of the presence of El Niño phenomenon, while the annual cycle dominates the variability in the Indian and the Atlantic Ocean.

Keywords: warm pool, SST, heat flux

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Sea surface temperature from SGLI aboard the GCOM-C satellite of JAXA

*Yukio Kurihara[1]、緒方 一紀[2]、村上 浩[2]、可知 美佐子[2]
*Yukio Kurihara[1], Kazunori Ogata[2], Hiroshi Murakami[2], Misako Kachi[2]

1. Tripli-I Co., Ltd.、2. JAXA EORC
1. Tripli-I Co., Ltd., 2. JAXA EORC

The Global Change Observation Mission-Climate (GCOM-C) satellite, which is one of two satellites for the GCOM mission of the Japan Aerospace and Exploration Agency (JAXA), was launched on 23 December 2017. The Second Generation Global Imager (SGLI) is the optical sensor aboard GCOM-C which consists of two components: the Visible and Near-infrared Radiometer (VNR) and the Infrared Scanner (IRS). SGLI has switchable spatial resolution from 250 m x 250 m to 1 km x 1 km. The resolution of 250 m x 250 m is expected to reveal complicated structure of geophysical parameters. Sea surface temperature (SST), which is one of the important parameters in the geophysical field, is also determinable by using split window data of SGLI. SGLI SST is retrieved by utilization of newly developed cloud masking method and a modified SST method originally developed for Himawari-8. Considering combined utilization of satellite SSTs, the methods developed for SGLI SST will be applied back to Himawari-8 data as well as the data from the Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) aboard the Suomi National Polar-orbiting Partnership (Suomi NPP) satellite. SGLI SST is validated by comparison with buoy data. The comparison result shows RMSD of ~0.4 K, good agreement between SGLI SSTs and buoy data. Triple comparison with Himawari-8 and VIIRS SSTs is being started. Operational retrieval of SGLI SST started at the end of 2018. The products are available at the G-Portal site of JAXA and the JAXA Satellite Monitoring and Environmental Studies (JASMES) site of the Earth Observation Center (EORC) of JAXA.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Concept of small satellite UV/visible imaging spectrometer optimized for tropospheric NO_2 measurements in air quality monitoring

Concept of small satellite UV/visible imaging spectrometer optimized for tropospheric NO_2 measurements in air quality monitoring

*環 藤繩[1,5]、Noguchi Katsuyuki[2]、Kuze Akihiko[3]、Richter Andreas[4]、Burrows John[4]、Meier Andreas[4]、Sato Tomohiro[1]、Kuroda Takeshi[1]、Yoshida Naohiro[5]、KASAI YASUKO[1,5]
*Tamaki Fujinawa[1,5], Katsuyuki Noguchi[2], Akihiko Kuze[3], Andreas Richter[4], John P. Burrows[4], Andreas C. Meier[4], Tomohiro Sato[1], Takeshi Kuroda[1], Naohiro Yoshida[5], YASUKO KASAI[1,5]

1. National Institute of Information and Communications Technology、2. Nara Women's University、3. Japan Aerospace Exploration Agency、4. University of Bremen、5. Tokyo Institute of Technology
1. National Institute of Information and Communications Technology, 2. Nara Women's University, 3. Japan Aerospace Exploration Agency, 4. University of Bremen, 5. Tokyo Institute of Technology

Satellite observations at nadir can potentially facilitate a better understanding of the emissions and distribution of tropospheric nitrogen dioxide, NO_2. The identification of emissions requires adequate spatiotemporal resolution measurements of the total column amounts of NO_2. The spatial resolution of previous and current observations is insufficient for the identification of NO_2 hot-spots. Switching to a spatial resolution of ~1 km x ~1 km can improve the identification of local sources of NO_2 and their emissions. To investigate the feasibility of observations with such a high spatial resolution, we simulated radiance spectra for different cases under varying parameters, such as area, season, satellite altitude, and surface reflectance by using the radiative transfer model SCIATRAN. We subsequently retrieved NO_2 slant column densities (SCDs) using the differential optical absorption spectroscopy (DOAS) technique with several fit windows. For test cases associated with polluted conditions, we found that the conceptual nadir-observing instrument on a satellite at an altitude of ~300 km involved the lowest retrieval errors for signal-to-noise ratios of around 1000 with accuracy better than the required 5% for tropospheric NO_2 SCD and that the fit window of 425--497 nm met the scientific requirements for both surface reflectance cases.

キーワード：Nitrogen dioxide、Earth observation、Radiative transfer model、Remote sensing
Keywords: Nitrogen dioxide, Earth observation, Radiative transfer model, Remote sensing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

EarthCARE L2 algorithms for cloud and precipitation

*佐藤 可織[1]、岡本 創[1]、石元 裕史[2]
*Kaori Sato[1], Hajime Okamoto[1], Hiroshi Ishimoto[2]

1. 九州大学、2. 気象研究所
1. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University, 2. Meteorological Research Institute

The EarthCARE (Earth Clouds, Aerosols and Radiation Explorer, JAXA-ESA) mission will carry the first 94GHz Doppler Cloud Profiling Radar (CPR) with a high spectral resolution atmospheric lidar (ATLID) at 355nm. Recent progresses in EarthCARE L2 cloud/precipitation algorithms for the treatment of multiple scattering and cloud particle nonsphericity are presented.

キーワード：衛星搭載アクティブセンサ、雲微物理特性
Keywords: spaceborne active sensor, cloud

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analysis of the Surface Echo Characteristics Derived from GPM/DPR Wide Swath Observation Experiment

*山本 晃輔[1]、古川 欣司[1]、高橋 暢宏[2]、久保田 拓志[1]
*Kosuke Yamamoto[1], Kinji Furukawa[1], Nobuhiro Takahashi[2], Takuji Kubota[1]

1. 宇宙航空研究開発機構、2. 名古屋大学
1. Japan Aerospace Exploration Agency, 2. Nagoya University

The observation from spaceborne precipitation radar has been contributed to better understanding of earth climate system. Global Precipitation Measurement (GPM) core satellite Dual-frequency Precipitation Radar (DPR) provides us 3-dimentional information of precipitation by the scan width of about 250 km, but there have been arguments that to bring systematic impact on the weather monitoring through global rainfall map such as GSMaP, wider swath observation by precipitation radar is necessary.

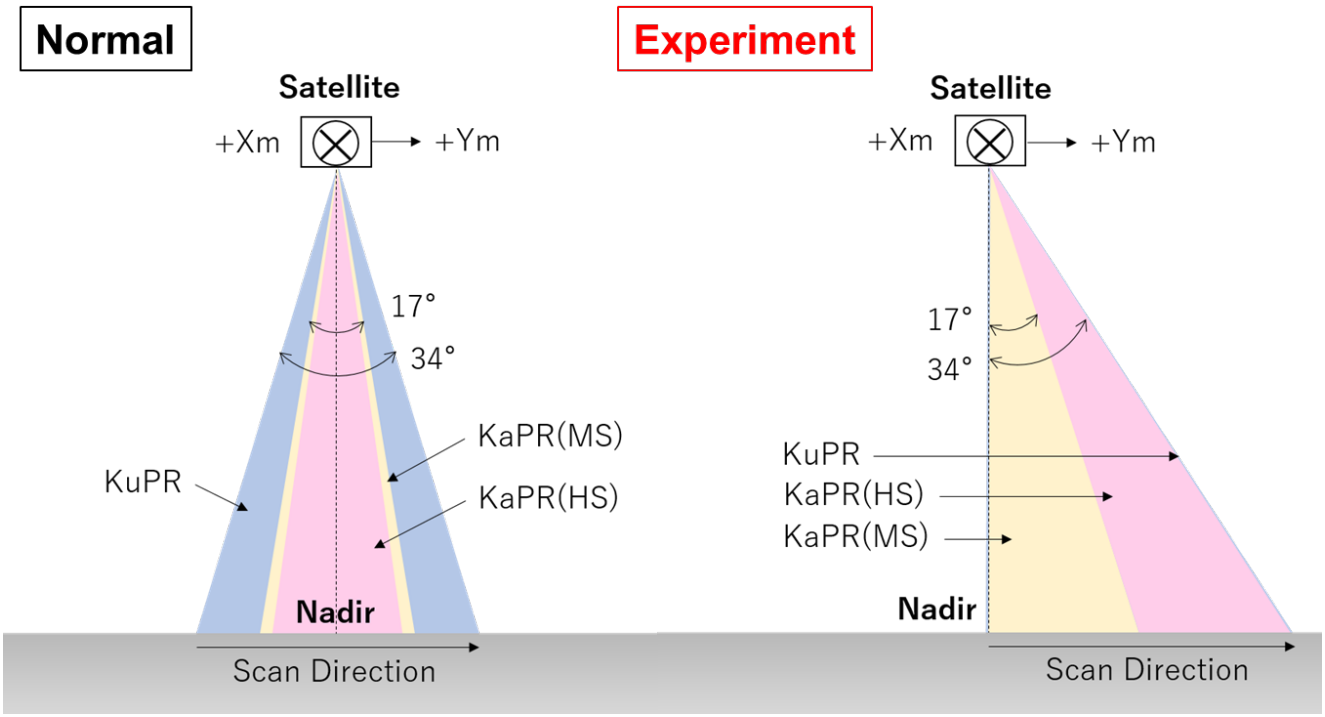
Based on those requirements, the scan pattern of GPM/DPR was experimentally changed for 1 day from 13UTC on September 26th. In this experiment, the scan angle was changed to observe from nadir to about +34˚ assuming future spaceborne precipitation radar with wider swath width, while in the normal observation DPR scans ±17˚. The height and strength of the mainlobe clutter with larger incident angle were assessed statistically to examine the possibility of the rainfall retrieval with wide swath observation by DPR.

In order to examine mainlobe clutter height, it is inevitable to reduce sidelobe and grating lobe effect. In this study, clutter-free observation data is extracted based on following procedures; 1) extract bins above mainlobe clutter; 2) extract bins under non-precipitation condition from 1); 3) extract bins that satisfy |received power −averaged noise power| < 2 sigma of the noise power from 2). Note that this procedure was applied only for KuPR observation since sidelobe and grating lobe clutter is not prominent in KaPR.

The result for KuPR observation shows that the mainlobe clutter top height at the larger incident angle over ocean is somehow suppressed at around 4 km while over land it increases almost linearly up to around 5 km due to the strong surface scattering. The same tendency is found on the KaPR observation, but it has lower clutter top height of around 2.5 km and 3.5 km, over ocean and land respectively. Suppression is clearer over ocean thanks to the specular reflection. The results also indicate that relatively intense rainfall can be retrieved while shallow rainfall with weak echo power may not be acceptable for retrieval because it should be masked by the surface clutter.

キーワード：降水レーダー、レーダークラッター、GPM主衛星
Keywords: precipitation radar, radar clutter, GPM core satellite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

全球降水観測(GPM)ミッションの日本における最近の成果
The Recent Results from the Global Precipitation Measurement (GPM) mission in Japan

*沖 理子[1]、久保田 拓志[1]、古川 欣司[1]、金子 有紀[1]、山地 萌果[1]、山本 晃輔[1]、井口 俊夫[2]、高薮 縁[3]
*Riko Oki[1], Takuji Kubota[1], Kinji Furukawa[1], Yuki Kaneko[1], Moeka Yamaji[1], Kosuke Yamamoto[1], Toshio Iguchi[2], Yukari Takayabu[3]

1. 宇宙航空研究開発機構、2. 情報通信研究機構、3. 東京大学
1. Japan Aerospace Exploration Agency, 2. NICT, 3. the University of Tokyo

The Global Precipitation Measurement (GPM) mission is an international cooperate satellite project to achieve highly accurate and highly frequent global precipitation observations. The GPM mission consists of the GPM Core satellite jointly developed by the U.S. and Japan and Constellation Satellites that carry microwave radiometers and provided by the GPM partner agencies. The GPM Core satellite carries the Dual-frequency Precipitation Radar (DPR) by the Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) and the National Institute of Information and Communications Technology (NICT) and the GPM Microwave Imager (GMI) provided by National Aeronautics and Space Administration (NASA). The GPM Core satellite was launched in February 2014 and achieved its prime mission period planned for 3 years in 2017.

It has been continuing its observation as the extended mission phase after that.

JAXA develops the DPR Level 1 algorithm and the NASA-JAXA Joint Algorithm Team develops the DPR Level 2 and DPR-GMI combined Level 2 algorithms. The DPR, the DPR-GMI combined algorithms and the latent heating algorithm were updated, and those products were released in October 2018 as Version 0.6. Using dual frequency information of DPR, the latest Level 2 products include information such as precipitation phase at surface, heavy ice precipitation and so on. Also, the calibration factors of TRMM/PR were re-examined to have consistency between DPR/Ku. The same GPM Ku-band radar L2 algorithm now applies to the TRMM/PR, so that the long radar precipitation data exceeding more than 20 years are now available. From May 2018 in the extended mission period, the scan pattern of the Ka-band radar has been changed to realize matched beam observation in full swath. The new algorithm applying to the changed scan pattern is now under development.

JAXA also develops the Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP), that is hourly and 0.1-degree horizontal resolution global rainfall map. It is available through the “JAXA Global Rainfall Watch” website (https://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP/index.htm). GSMaP product family includes different data latency products and rain gauge calibrated products and so on. The GSMaP near-real-time version (GSMaP_NRT) product provides global rainfall map in 4-hour after observation, and an improved version of GSMaP near-real-time gauge-adjusted (GSMaP_Gauge_NRT) product has been released since Dec. 2018.

The GSMaP real-time product called GSMaP_NOW now product is providing data at the earliest timing. It has been realized using the geostationary satellite Himawari-8 operated by the Japan Meteorological Agency (JMA) since November 2015. Since Nov. 2018 the domain of GSMaP_NOW has been extended to the region of the geostationary satellite Meteosat operated by the European Organization for the Exploitation of Meteorological Satellites (EUMETSAT) in November 2018. JAXA is further developing the

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GSMaP_NOW to provide global real-time rainfall product.

キーワード：全球降水観測、衛星リモートセンシング、降水
Keywords: GPM, Satellite Remote Sensing, Precipitation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

衛星全球降水マップGSMaPの誤差幅情報の提供にむけた検証
Verification of Global Satellite Mapping of precipitation (GSMaP) for providing its error information

*山地 萌果[1]、久保田 拓志[1]
*Moeka Yamaji[1], Takuji Kubota[1]

1. 宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター
1. Earth Observation Research Center, Japan Aerospace Exploration Agency

Precipitation is one of the most essential parameters in the Earth system. Due to address water issues like water shortage or floods, JAXA has developed and provided Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP), which is hourly global precipitation dataset. It is under the Global Precipitation Measurement (GPM) mission and contributes.
GSMaP allows us to capture the hourly horizontal distribution of precipitation with good latency after observation. The spatial resolution is 0.1 x 0.1 degrees latitude/longitude. It has been used for various kinds of utilization purposes.
In terms of accuracy, GSMaP algorithms were updated in several times, and GSMaP has been getting more accurate day by day, however, it is known that the inhomogeneous of accuracy is existed depending on algorithm characteristics. It has been needed to provide information about the uncertainty and accuracy of GSMaP by users.
In this study, verification result of GSMaP near-realtime product version 6 (GSMaP_NRT) is reported. The radar/raingauge analysed precipitation data by Japan Meteorological Agency, which is an hourly rainfall analysis generated from ground-based precipitation radars corrected by automated rain gauges, are used as the reference data. Since the purpose of this study is for providing generalized error information, root mean square errors (RMSE) is statistically calculated for each precipitation level and each reliability flag during May-June-July-August-September-October in 2015-2018. Some initial results showed that the RMSE qualitatively represented the error for each precipitation level and reliability flag. The RMSE ratio to the average precipitation rate got larger as the precipitation rate became smaller while it became stable around 60 –80 % when precipitation rate was more than 10 mm/h. We report the validation results in detail, such as land/ocean difference or sampling dependence, and focus on the effectiveness of it.

キーワード：降水、GPM、GSMaP、検証
Keywords: precipitation, GPM, GSMaP, validation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Detection of the mixed phase top using the measured dual-frequency ratio of reflectivity with GPM/DPR

*金子 有紀[1]、井口 俊夫[2]
*Yuki Kaneko[1], Toshio Iguchi[2]

1. 国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構、2. 国立研究開発法人 情報通信研究機構
1. Japan Aerospace Exploration Agency, 2. National Institute of Information and Communications Technology

The core observatory of the Global Precipitation Measurement (GPM) mission was launched in 2014 and has been observing rain and snow between 65˚S and 65˚N by the Dual Frequency Precipitation Radar (DPR) and the GPM Microwave Imager (GMI). The DPR provides three-dimensional structure of storms derived from reflected energy from precipitation particles. Precipitation echoes at the two frequencies of the DPR, Ka-band (25GHz) and Ku-band (14GHz), make it possible to infer the mean size and physical property of precipitation particles. The swath width of Ka-band scanning was 125 kilometers centered at nadir and was nested within the Ku-band’ s wider scan width of 254 kilometers. On May 21 2018, the Ka-band scan pattern was changed to match with the Ku-band’ s. Dual frequency radar reflectivity factors are available for full swath of 254 kilometers now.

The classification (CSF) module in the standard DPR level2 algorithm detects a bright band (BB) and classifies precipitation into three types, stratiform, convective, and other. Rain types affect the retrievals of rain amount and latent heating in the DPR algorithm. Accurate classification is also important in the Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) algorithm because it affects the rain profile database used in the rain retrieval with microwave radiometers. The BB detectability by the standard CSF algorithm is lower at and near the swath edges than near nadir because only Ku-band data was available in the outer swath before and because slant incidence of radar beams smears the vertical profiles.

As the Ka-band scan pattern has changed to cover the full swath, we can apply a dual-frequency method to detect a BB now. We have developed a method that uses the dual frequency ratio (DFR) to detect the mixed phase top. It looks at the slope of DFR as a function of range to identify the transition height from ice to water. DFR itself is estimated from measured DFR (DFRm) with attenuation correction. Preliminary experiments show that the developed method can detect the BB in stratiform rain over the swath almost uniformly. This method also has a potential to identify the transition height even in some convective cases. In this research we evaluate the performance of the algorithm by comparing the altitude of BB and the transition height with those estimated by using X-band multi-parameter radar (XRAIN) data.

キーワード：GPM、融解層、降水レーダ
Keywords: GPM, Melting Layer, Precipitation Radar

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

衛星による高頻度降雨推定データとAPHRODITE-2地上雨量計観測データの相互比較
Comparison between high frequency satellite rainfall estimation and APHRODITE-2 ground rain gauge observation

*広瀬 民志[1]、豊嶋 紘一[1]、樋口 篤志[1]、谷田貝 亜紀代[2]、安富 奈津子[3]
*Hitoshi Hirose[1], Koichi Toyoshima[1], Atsushi Higuchi[1], Akiyo Yatagai[2], Natsuko Yasutomi[3]

1. 千葉大学環境リモートセンシング研究センター、2. 弘前大学、3. 京都大学防災研究所
1. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, 2. Hirosaki University, 3. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

APHRODITEは各国の地上雨量計による日降水観測データを収集し、適切な品質管理を行った上でグリッドデータに変換するという処理をおこなっている。APHRODITEは1960年代から現在までの長期間データを保持しており、気候変動による極端降水現象の特性の変化などの解析を主眼としているが、雨量計観測は国や地域によって日界（日降水量24時間の区切り）が異なるという問題が存在する。本研究では各観測点の日界を推定するために、静止気象衛星（GEO）を用いて全球の降雨確率を推定可能なプロダクトであるRain Potential Map（RPM）を開発した（Hirose et al., 2016, JMSJ）。このRPMと、マイクロ波衛星と静止気象衛星を複合させた全球衛星降雨観測データであるGSMaP、CMORPHの3つのデータを用いてAPHRODITE日降水観測データの日界を推定し、それらを補正するための処理を行った。

上記の衛星降雨観測データは１時間毎で全球の降雨変動の情報を取得化可能であるため、１時間ずつ平均区間をずらした日平均データを作成可能である。この平均区間の異なる1年間の衛星日降水観測時系列データと、APHRODITE日降水観測時系列データとの相関を取ることで、相関係数が最も高くなる時刻から各国の日界の値を推定した。すでに日界の真値が判明している地域で衛星による日界の推定精度を検証し、本手法の信頼性が高いことを確かめた。さらに衛星降雨観測データの1時間値を用いて重みづけを行いAPHRODITE日降水量から疑似的に1時間値を求めることで、任意の日界でAPHRODITE日降水量を計算し直す手法を開発した。この手法によりAPHRODITE日降水量観測から国ごとの日界のズレを取り除くことで、より詳細な極端降水現象の移り変わりの解析が可能になることが期待される。日界補正済みの新しいAPHRODITEデータが近日公開予定である。

当日はさらに日本の河川局による山岳域の雨量計観測データを用いた解析結果も紹介する予定である。日本のようなレーダーアメダスによる観測網が発展している国でも、山岳域などでは観測点密度が不足している場所が存在することがAPHRODITEプロジェクトによる精度検証から判明している。そのような場所で観測点密度を増やし地上雨量計観測の精度を向上させることは、衛星降雨観測と地上雨量計観測の比較による精度検証のより高精度化させることにつながると期待できる。

キーワード：降水、衛星、APHRODITE
Keywords: Precipitaition, Satellite, APHRODITE

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ひまわり8号を用いた高分解GSMaPの開発
Development of the high resolution GSMaP by the Himawari-8

*妻鹿 友昭[1]、牛尾 知雄[1]
*Tomoaki Mega[1], Tomoo Ushio[1]

1. 首都大学東京
1. Tokyo Metropolitan University

There is a new generation infrared (IR) imager on new-generation gestationary weather-satellite such as the Himawari-8 and the Geostationary Operational Environmental Satellite-R series. The imagers observe multi-channel passive imaging radiometer. The imagers observe wave a full disk with several km in about ten minutes. In Near-future, the IR imager observation should cover the globe.

Global precipitation information is an important tool for water management or earth science. Spaceborne sensors is one of the most convenient tools of global observation. The sensors cover global and provide uniform quality data. Precipitation estimation use microwave radiometer in low earth orbit (LOE). A microwave radiometer has high spatial resolution. However, one drawback of the microwave radiometer in LOE is narrow observation area. Whole earth observation by a microwave radiometer on a LOE satellite need some days. Therefore, global precipitation map is made from combined satellite data. However, combined data of microwave radiometer on LOE don’t cover global in one hour. One of the global precipitation map is the Global satellite mapping of Precipitation (GSMaP). Precipitation estimation of the GSMaP made from microwave radiometer data. The GSMaP Moving Vector with Kalmanfilter (MVK) and Near real time compensate precipitation of no observation area by IR information. Spatial and temporal resolution of the GSMaP MVK achives 0.1 degree and one hour. This study shows downscale technique for GSMaP precipitation map by High-spatial and temporal resolution IR data of the Himawari-8. IR datasets of Himawari-8 are available every 2.5 minutes in the Japan region. In the presentation, we will also show validation the high resolution GSMaP and ground-radar network in Japan.

キーワード：降雨、GSMaP、マイクロ波放射計、赤外放射計、アルゴリズム
Keywords: Precipitation, GSMaP, Microwave Radiometer, Infrared Radiometer, Algorithm

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

軌道上でのGCOM-C/SGLI偏光感度評価
Preliminary results of on-orbit estimation for polarization sensitivity of GCOM-C/SGLI

*宮崎 理紗[1]、村上 浩[1]、堀 雅裕[1]
*Risa Miyazaki[1], Hiroshi Murakami[1], Masahiro Hori[1]

1. 宇宙航空研究開発機構
1. Japan Aerospace Exploration Agency

The GCOM-C has been launched successfully on 23th Dec. 2017 from the Tanegashima Space Center by H-IIA vehicle No.37. After the initial calibration/validation phase of one year after launch, all SGLI standard products have been released from JAXA’s data providing service (G-Portal) from Dec. 20, 2018.

In generally, the radiance reflected by the sea surface and the atmosphere is strongly polarized. When observing a large polarized light, the output radiance vary from the actual radiance because of the polarization sensitivity characteristic of the optical sensor. Especially for ocean color products, it is important to evaluate the effect of polarization sensitivity because it is necessary to extract the weak water-leaving reflectance (<10% of the whole) by the accurate atmospheric correction.
The polarization sensitivity of GCOM-C/SGLI of each NP (Non-Polarization) band has been measured in the pre-launch ground test. The ground test results of polarization sensitivity were shown to be <3.5% on average in the pixel direction in all bands. In this study, we evaluate whether the polarization sensitivity estimated from on-orbit observation data is consistent with the pre-launch test results. In this work, we report on the RED bands (VN07, VN08) and the NIR bands (VN10, VN11) of SGLI.
Polarization sensitivity on-orbit was evaluated based on Gordon and Zhang (1997) and Meister et al. (2005). We use the observation data by SGLI/PL (Polarization) band to estimate the real stokes vector components at the top of atmosphere (TOA). In order to obtain the polarization sensitivity with respect to directly observed radiance at TOA, L1B before inter-pixel sensitivity correction and before inter-telescope sensitivity correction was self-made from L1A data.
We analyzed the observation data of 12 path that PL band is observed nadir direction. The characteristics of the instrument for polarization sensitivity (polarization factor) were estimated by the least squares method. On the east side of the observation image, the error is large because of Sun-Glint. Although the variation in the pixel direction was still large, the estimated polarization factors (3 to 5 %) were consisted with the prelaunch ground test (~ 3.5%). However, sensitivity patterns in the pixel direction could not be identified, so we will continue to improve the evaluation in the future.

キーワード：しきさい、SGLI、偏光感度
Keywords: GCOM-C, SGLI, Polarization sensitivity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analysis of SGLI validation datas based on the effects of the growth and ground types for the AGB development

*石橋 良太[1]、梶原 康司[1]、本多 嘉明[1]
*Ryota Ishibashi[1], Koji KAJIWARA[1], Yoshiaki HONDA[1]

1. 千葉大学環境リモートセンシング研究センター
1. Center for environmental remote sensing, Chiba University

地球環境の変動を観測する為には環境を予測をし且つ適切な観測法を用い経年変化を観測する事が必須となる。本研究では、地上のバイオマスを観測する手段にSGLI取得のRSRFデータ等用い、地上バイオマス分布等を観測する手段を構築する。地上の観測に際し、必須な航空機等用いた観測法における分光観測手段に関し、本研究では二重反転プロペラを用いたUAV観測法ならびにデータ解析法を構成し、SGLIのデータ等参照法も含めたデータ構築をおこなった。このとき、AGB値の評価をおこなうが、実際の値との相違を検出し且つ適正なものとする際に、地表面からの反射光を適正に処理する必要が有る。ここで、反射光はその地表面の諸特性を表す為、地形上の特性や日照条件等反映した補正が必要となる。例えば、急緩斜面上の森林場等の反射率値は平面による値と異なり、この為に校正等が必要となる場合が有る。更に、地上の毎木調査等により得られた植生分布に基づく検証では、傾斜等作用に依存する値比較を要するが、全ての観測エリアでこれら値を検証比較する事は困難な場合が有る。そこで、本研究では、SGLIにより観測された値補正に、地上のUAV等の航空機を用いた観測値を用い且つ観測地の特性（傾斜等）を反映した補正法を構築する。

適正な値補正をする為の評価指標に、多元配置分散分析を用い且つその個々の波長域での傾斜面における植生分布を表す指標に標準偏差を用いる。このとき、適正な補正をする為に、複数の傾斜パターンとその植生を、観測地における分光観測結果の標準偏差値が表現し得るかを比較検証をする。さらに、この前述の校正値が適切な値として有用か否かを、一点の定点観測により所得されたデータ及び任意に与えた複数箇所での移動観測データを元に比較検証する事を目的とする。この為に、必要なハードウェア要件として、移動中の安定した飛行及び上下動含む機体変動が少ない機体特性を持つUAV機体とその軌道設計法、更には上下方向に同時に観測器を運用可能な観測手法が有る。本研究では、冒頭で記載したUAV機体による上下動を低減した飛行運用により要件を満たし、且つ機体上下に観測器を搭載することで、多元配置分散分析に用い得るデータ取得を実現する。

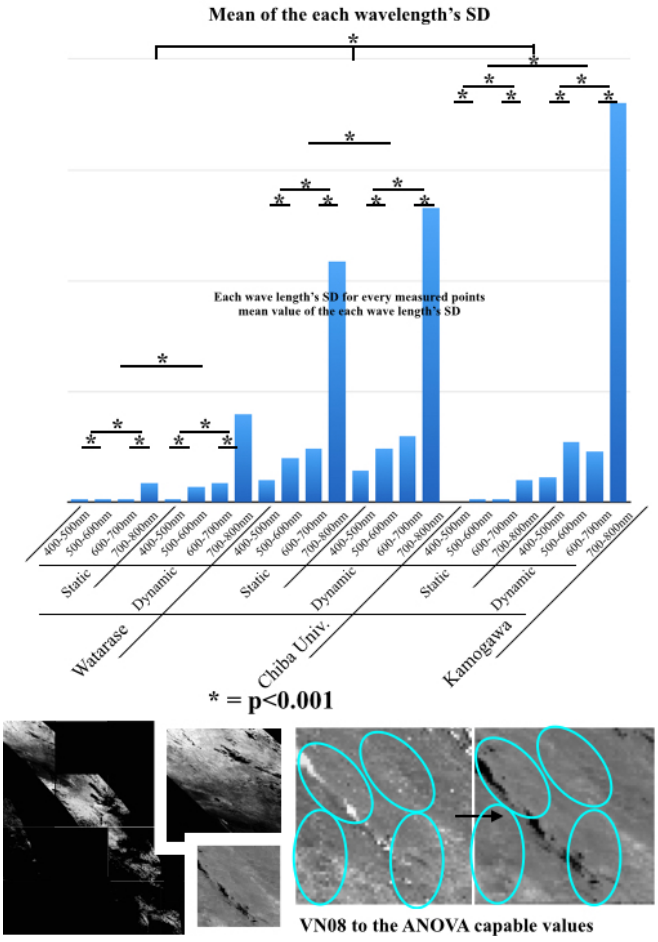
観測結果から、多元配置分散分析結果により観測地の地形傾斜作用（$p<0.001$）と植生の特性（混交林か否か（$p<0.001$）及びその秋季冬季において紅葉落葉等作用が生ずるか否か（$p<0.001$））を抽出をし検証比較が成し得る事を確認をした。さらに、SGLI画像の同じ植生分布の領域において、地形等作用から生じる反射率変化変動を検出をし、その画素周辺の値と相関をとる様な校正比較法を簡便な原理にて構成し得る事を確認した。このとき、実際のSGLI画像では、校正に際した要件に沿ったアルゴリズム実装例を示した。

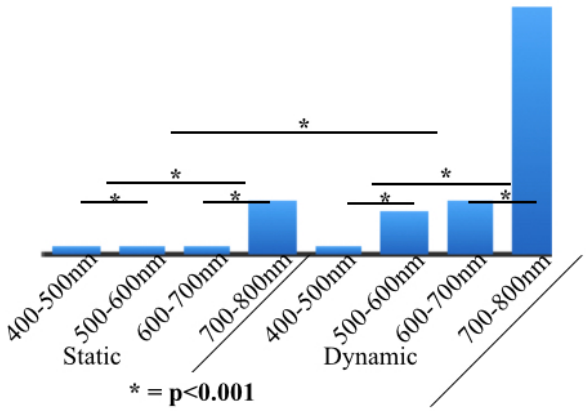
キーワード：SGLI取得データ、反射率マップ、多元配置分散分析
Keywords: SGLI's data verifications, Reflectance maps, Statistical ANOVA analysis

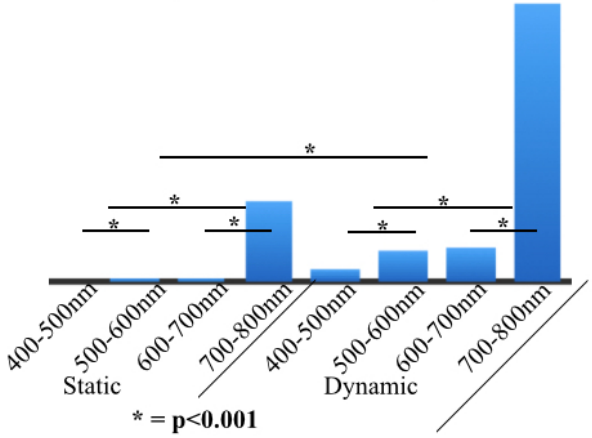
©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Factor analysis of variable results (Three-way ANOVA)

Sloped factors: Mean values of the SD of each (dynamic/semi-static)
Canopy factors: Difference of each SD of the every SD
Growth typed factors: Difference of each Mean and SD







VN08 to the ANOVA capable values

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Remote sensing of aerosol optical properties and water-leaving radiance based on the optimal estimation approach

*Chong Shi [1]、中島 映至[1]、橋本 真喜子[1]、竹中 栄晶[1]
*Chong Shi[1], Teruyuki Nakajima[1], Makiko Hashimoto[1], Hideaki Takenaka[1]

1. 宇宙航空研究開発機構
1. Japan Aerospace Exploration Agency

A flexible inversion algorithm is proposed for jointly retrieving aerosol optical properties and water-leaving radiance from multispectral instrument over the ocean. A combined multi-wavelength and multi-pixel constraint approach is used to estimate aerosol and hydrosol over clear and turbid waters, based on the forward simulation from a coupled atmospher-ocean radiative transfer model. This sort of simultaneous inversion helps to correct the biases induced by the neglect of water-leaving radiance in the traditional aerosol retrieval algorithms, in addition, it can provide more aerosol information than the standard ocean color approach. To investigate the availability of current scheme, we conduct the retrieval in the process of MODIS, GOSAT/CAI and GCOM-C/SGLI instruments.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GOSAT/TANSO-CAIを用いた大気エアロゾル推定とPM2.5の導出
Aerosol retrieval and PM2.5 from space using GOSAT/TANSO-CAI

*橋本 真喜子[1]、竹中 栄晶[1]、中島 映至[1]、日暮 明子[2]
*Makiko Hashimoto[1], Hideaki Takenaka[1], Teruyuki Nakajima[1], Akiko Higurashi[2]

1. 宇宙航空研究開発機構、2. 国立環境研究所
1. Japan Aerospace Explortion Agency, 2. NIES

Aerosol in the atmosphere has a great impact not only for the Earth’s radiation budget and changing the Earth’s climate, but also on human health. Especially, the fine particle, which is often called PM2.5, has drawn attention as a cause of health damage.

The urban area is a source of anthropogenic aerosol, which is mostly composed of small particles, and the particles are transported to other regions. Satellite remote sensing provides effective means to monitor the atmospheric aerosols in wide area including urban areas.

Accurate retrieval of fine mode aerosol optical thickness (AOT) is necessary to calculate an equivalent value of PM2.5 from space. Therefore, an aerosol retrieval algorithm for satellite remote sensing of urban areas to improve the retrieval accuracy of aerosol properties, which is called MWPM (Multiple wavelengths and pixels method) (Hashimoto and Nakajima, 2017), was developed. The method simultaneously retrieves fine and coarse mode AOT and single scattering albedo by using several wavelengths and spatial difference of surface reflectance. The method is useful for aerosol retrieval over spatially inhomogeneous surface like an urban area.

The algorithm was applied to GOSAT (Greenhouse Gases Observing Satellite) / TANSO-CAI (Cloud and Aerosol Imager, CAI) data. The GOSAT launched ten years ago (on January 23th, 2009) is a satellite to monitor greenhouse gases (GHG) such as carbon dioxide and methane with TANSO-FTS (Fourier Transform Spectrometer, FTS). The CAI is a supplementarysensor of the FTS, detecting cloud and deriving aerosol optical properties.

PM2.5 using retrieved fine mode AOT by MWPM in East Asian region from 2009 was calculated. The poster presents a retrieval result of PM2.5 over the East Asian region from space in several years and discusses the seasonal and annual variations.
Monitoring of aerosol properties such as AOT, PM2.5 and soot mixing ratio over land is added to the mission of GOSAT-2 that was launched on Otober 29th 2018. As a near-future plan, the algorithm will be applied to GOSAT-2/TANSO-CAI-2 data to generate standard PM2.5 data products.

キーワード：リモートセンシング、エアロゾル
Keywords: Remote sensing , Aerosol

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Establishing a high resolution road fugitive dust emission inventory in Kaifeng City, China

*Yiming Xu[1], Shili Liu[1], Xinyue Cao[1], Xianbao Shen[1], Zhiliang Yao[1]

1. Department of Environmental Science and Engineering, Beijing Technology and Business University

Due to the rapid urbanization and industrialization in many Chinese cities, ambient particulate matter pollution such as road fugitive dust pollution becomes a serious environmental problem. However, the emission of road fugitive dust is relatively difficult to quantify as it is of high uncertainty and spatial heterogeneity. The research aims to build a high resolution road fugitive dust emission inventory which is transferrable and applicable to other cities in China. High spatial resolution images were utilized to digitalize whole road network of Kaifeng City, Henan Province, China. Vehicle flows of the whole road network were estimated by incorporating the whole road network, field measured data and GPS data on an hourly, daily, weekly, monthly and yearly basis at city level. By fusing the road network information, vehicle flow, road dust load, average vehicle weight, a high resolution road fugitive dust emission inventory was established. The results showed that the total emissions of PM_{10}, $PM_{2.5}$ and Total Suspended Particulate from road fugitive dust at commuter time and downtown were much higher compared with other time and location in Kaifeng City. The framework of this road fugitive dust emission inventory can be applied to other cities, and it can provide data support and guide fugitive dust management in China.

Keywords: Road Fugitive Dust, High Resolution Remote Sensing, Satellite Data, Air Pollutant Emission Inventory

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A Relationship between Diurnal Change Patterns of Land Surface Temperature and Spatial Configuration of the Osaka Metropolitan Area Captured by Himawari-8

*山本 雄平[1]、石川 裕彦[1]
*Yuhei Yamamoto[1], Hirohiko Ishikawa[1]

1. 京都大学防災研究所
1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

Land surface temperature (LST) is a physical quantity that greatly contributes to the formation of an urban thermal environment. Therefore, understanding the spatiotemporal characteristics of LST is necessary for constructing a sustainable urban environment. The spatial distribution relationship between the instantaneous LST and urban land use has been investigated using polar-orbiting satellite/airborne sensors. This study explored how the urban spatial configuration and meteorological field affect the temporal changes of LST by using Japanese geostationary satellite (Himawari-8) sensor.
The study area is the Osaka metropolitan area in Japan and target days are three days that were clear-sky throughout the day in summer (August 12, 2016, July 19, 2018, and August 4, 2018). We used 100 m-mesh urban land use data and ground-based meteorological observation data to examine the urban spatial configuration and meteorological fields, respectively. The temporal changes of LST are the amplitude and phase mainly forming the diurnal change of LST. These two temporal changes were extracted by applying principal component analysis to the diurnal changes of LST represented by the 10-minute LST dataset retrieved from Himawari-8 data.
Our results showed that the spatial variations in the amplitude and phase corresponded to the penetration time and duration of the sea breeze and the thermal inertia of surface materials. Besides, it was found that the LST change during daytime was larger in the high-density low-building areas than in the low-density low-building areas. This result suggests that the increase in building density increases the LST change during the daytime. These findings lead to a deeper understanding of an urban hot environment and are helpful for urban planning to mitigate the deterioration of a hot environment.

キーワード：地表面温度、ひまわり８号、都市ヒートアイランド
Keywords: Land Surface Temperature, Himawari-8, Urban Heat Island

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_12

[A-CG34] 衛星による地球環境観測

コンビーナ:沖 理子(宇宙航空研究開発機構)、本多 嘉明(千葉大学環境リモートセンシング研究センター)、高薮 縁(東京大学 大気海洋研究所)、松永 恒雄(国立環境研究所地球環境研究センター／衛星観測センター)

近年、我々は様々な時空間スケールで起こる地球環境変動の問題を意識せざるを得ない状況下にある。衛星による地球環境観測データは、その問題への対処や解決に向けて必要不可欠な基礎データとなっている。衛星観測の分野は、近年の観測センサ技術とデータ処理技術の進歩により急速な進展を見せつつあり、個々の観測センサデータの精度を吟味する時代から、より高度なデータ利用の時代に入り、ユーザーの裾野も広がっている。また40年以上に渡る観測データの蓄積により、長期変動の解析がもたらす成果に期待が持てるようになり、長期継続観測の重要性が益々増している。利用が複合的になった今日において、大気、海洋、陸域の分野を包含できる本連合大会の大気水圏科学分野のセッションで包括的に取り上げ、関係者の知恵と知識を集結することで地球環境変動の問題に向けた更なる研究と利用の進展、将来の衛星地球観測計画の議論を促進することを目的としてセッション提案を行う。

[ACG34-P01] Impact of usage of multiple-satellite sensors on accuracy of daily-mean sea surface wind data

*小泉 あゆみ[1]、久保田 雅久[2]、轡田 邦夫[3]、富田 裕之[4]、日原 勉[5] (1.東海大学大学院海洋学研究科海洋学専攻、2.東海大学海洋研究所、3.東海大学海洋学部海洋地球科学科、4.名古屋大学宇宙地球環境研究所、5.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[ACG34-P02] Temperature and Size Variability of Warm Pools in the Global Oceans

*ChunYi Lin[1] (1.National Museum of Marine Science & Technology)

[ACG34-P03] Sea surface temperature from SGLI aboard the GCOM-C satellite of JAXA

*Yukio Kurihara[1]、緒方 一紀[2]、村上 浩[2]、可知 美佐子[2] (1.Tripli-I Co., Ltd.、2.JAXA EORC)

[ACG34-P04] Concept of small satellite UV/visible imaging spectrometer optimized for tropospheric NO_2 measurements in air quality monitoring

*環 藤繩[1,5]、Noguchi Katsuyuki[2]、Kuze Akihiko[3]、Richter Andreas[4]、Burrows John[4]、Meier Andreas[4]、Sato Tomohiro[1]、Kuroda Takeshi[1]、Yoshida Naohiro[5]、KASAI YASUKO[1,5] (1.National Institute of Information and Communications Technology、2.Nara Women's University、3.Japan Aerospace Exploration Agency、4.University of Bremen、5.Tokyo Institute of Technology)

[ACG34-P05] EarthCARE L2 algorithms for cloud and precipitation

*佐藤 可織[1]、岡本 創[1]、石元 裕史[2] (1.九州大学、2.気象研究所)

[ACG34-P06] Analysis of the Surface Echo Characteristics Derived from GPM/DPR Wide Swath Observation Experiment

*山本 晃輔[1]、古川 欣司[1]、高橋 暢宏[2]、久保田 拓志[1] (1.宇宙航空研究開発機構、2.名古屋大学)

[ACG34-P07] 全球降水観測(GPM)ミッションの日本における最近の成果

*沖 理子[1]、久保田 拓志[1]、古川 欣司[1]、金子 有紀[1]、山地 萌果[1]、山本 晃輔[1]、井口 俊夫[2]、高薮 縁[3] (1.宇宙航空研究開発機構、2.情報通信研究機構、3.東京大学)

[ACG34-P08] 衛星全球降水マップGSMaPの誤差幅情報の提供にむけた検証

*山地 萌果[1]、久保田 拓志[1] (1.宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター)

[ACG34-P09] Detection of the mixed phase top using the measured dual-frequency ratio of reflectivity with GPM/DPR

*金子 有紀[1]、井口 俊夫[2] (1.国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構、2.国立研究開発法人 情報通信研究機構)

[ACG34-P10] **衛星による高頻度降雨推定データとAPHRODITE-2地上雨量計観測データの相互比較**

*広瀬 民志[1]、豊嶋 紘一[1]、樋口 篤志[1]、谷田貝 亜紀代[2]、安富 奈津子[3] (1.千葉大学環境リモートセンシング研究センター、2.弘前大学、3.京都大学防災研究所)

[ACG34-P11] ひまわり8号を用いた高分解GSMaPの開発

*妻鹿 友昭[1]、牛尾 知雄[1] (1.首都大学東京)

[ACG34-P12] 軌道上でのGCOM-C/SGLI偏光感度評価

*宮崎 理紗[1]、村上 浩[1]、堀 雅裕[1] (1.宇宙航空研究開発機構)

[ACG34-P13] Analysis of SGLI validation datas based on the effects of the growth and ground types for the AGB development

*石橋 良太[1]、梶原 康司[1]、本多 嘉明[1] (1.千葉大学環境リモートセンシング研究センター)

[ACG34-P14] Remote sensing of aerosol optical properties and water-leaving radiance based on the optimal estimation approach

*Chong Shi [1]、中島 映至[1]、橋本 真喜子[1]、竹中 栄晶[1] (1.宇宙航空研究開発機構)

[ACG34-P15] GOSAT/TANSO-CAIを用いた大気エアロゾル推定とPM2.5の導出

*橋本 真喜子[1]、竹中 栄晶[1]、中島 映至[1]、日暮 明子[2] (1.宇宙航空研究開発機構、2.国立環境研究所)

[ACG34-P16] **Establishing a high resolution road fugitive dust emission inventory in Kaifeng City, China**

*Yiming Xu[1]、Shili Liu[1]、Xinyue Cao[1]、Xianbao Shen[1]、Zhiliang Yao[1] (1.Department of Environmental Science and Engineering, Beijing Technology and Business University)

[ACG34-P17] A Relationship between Diurnal Change Patterns of Land Surface Temperature and Spatial Configuration of the Osaka Metropolitan Area Captured by Himawari-8

*山本 雄平[1]、石川 裕彦[1] (1.京都大学防災研究所)

Impact of usage of multiple-satellite sensors on accuracy of daily-mean sea surface wind data

*小泉 あゆみ[1]、久保田 雅久[2]、轡田 邦夫[3]、富田 裕之[4]、日原 勉[5]
*Ayumi Koizumi[1], Masahisa Kubota[2], Kunio Kutsuwada[3], Hiroyuki Tomita[4], Tsutomu Hihara[5]

1. 東海大学大学院海洋学研究科海洋学専攻、2. 東海大学海洋研究所、3. 東海大学海洋学部海洋地球科学科、4. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、5. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Tokai University, 2. Tokai University, Institute of Ocean Research and Development, 3. School of Marine Science and Technology, Tokai University, 4. Institute for Space-Earth Environmental, Nagoya University, 5. Japan Agency for Marine-Erth Science and Technology

Most satellites observing sea surface winds have sun-synchronous orbits and provide observation data at the same place two times per a day. We can expect that daily-mean values estimated from these data have some errors when diurnal changes in wind field cannot be neglected. For this problem, use of multiple satellites is helpful. Since the number of sensors used to construct daily-mean data is different among the years, it is expected that the accuracy of a daily-mean value changes from year to year.

The purpose of this study is to describe time variation of accuracy in daily-mean wind data in the Japanese Ocean Flux Data Sets with Use of Remote Sensing Observation (J-OFURO)-3 and to investigate its causes by comparing with in-situ measurement data by moored buoys and calculating three statistical values.

Results reveal that the statistical values are improved with year. To examine the relationship between the yearly statistics and the yearly number of satellite sensors, we plotted a scatter diagram between the number of satellites and three statistical values in each year. We found that the correlations between them are very high. We also focused on a time interval of the satellite wind observation, namely maximum missing time within a day. The result showed that the correlation between three statistical values and maximum missing time intervals is high. Since the relation between these two factors is not independent, we analyzed by considering both factors together. First, we chose five buoys with various standard deviations for a daily-mean value. Next, we picked up data from buoy's hourly data using random numbers, and calculated the daily mean value using the random data, and then determined the number of observations and the maximum missing time interval each day. Assuming the daily mean value calculated from 24 hourly data as a true value, the RMSE between this true value and the daily mean created from random data was calculated. From the result of this analysis, it was found that the value of Root Mean Square Error(RMSE) depends on the maximum missing time interval rather than the number of observations. Furthermore, when RMSE was normalized by standard deviation, the same figures were obtained for all buoys. This result implies that the RMSE of the daily mean value of the buoy station can be estimated if the magnitude of diurnal variation is known by giving the number of satellites used for observation and the maximum missing time interval, Moreover, by applying this result, we think that it is possible to show the optimal number of sensors and observation time for target accuracy. This result gives very breakthrough information to the design of the satellite observation system for sea surface wind.

キーワード：複数衛星センサー、海上風速
Keywords: Multiple-satellite sensors, Sea surface wind

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Temperature and Size Variability of Warm Pools in the Global Oceans

*ChunYi Lin[1]

1. National Museum of Marine Science & Technology

Using advance satellite-derived Sea surface height anomaly, sea surface temperature (SST) data, and heat flux data, we investigate the thermal variability, temperature and size variability of warm pools in the global oceans, the Pacific, the Atlantic, and the Indian Ocean, respectively. Because of the high density and specific heat of seawater, water can store and transport large amounts of heat. High SST has particular influence on global climate system. Furthermore previous studies focused on the global warming or area warming, in this investigation we present results of warm pool SST binned into 1 ˚C interval. Detecting temperature and size variability of warm pools in the global oceans, it suggests that the high SST area (SST ≧ 28˚C) has faster increasing rate than surrounding area (SST 20˚C - 27˚C) in the global oceans, the Pacific, the Atlantic, and the Indian Ocean, respectively. To understand the role of surface heat flux in the tropical SST fluctuation, we analyze the mixed layer heat balance equation. Upper ocean heat budget between the heat advection and heat diffusion term are compared and heat diffusion processes may be a mechanism for transporting excessive amount of heat that the warm pool through enhancing the SST gradient around the edge of the warm pool. In order to find out dominant period components and the relationship of energy-frequency distribution without influenced induced by nonlinear and nonstationary signals, the Hilbert-Huang Transform applied by ensemble empirical mode decomposition is employed. The ensemble empirical mode decomposition analysis indicates that the interannual component has strong influence on the variability of the warm core pool in the Pacific, presumably because of the presence of El Niño phenomenon, while the annual cycle dominates the variability in the Indian and the Atlantic Ocean.

Keywords: warm pool, SST, heat flux

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Sea surface temperature from SGLI aboard the GCOM-C satellite of JAXA

*Yukio Kurihara[1]、緒方 一紀[2]、村上 浩[2]、可知 美佐子[2]
*Yukio Kurihara[1], Kazunori Ogata[2], Hiroshi Murakami[2], Misako Kachi[2]

1. Tripli-I Co., Ltd.、2. JAXA EORC
1. Tripli-I Co., Ltd., 2. JAXA EORC

The Global Change Observation Mission-Climate (GCOM-C) satellite, which is one of two satellites for the GCOM mission of the Japan Aerospace and Exploration Agency (JAXA), was launched on 23 December 2017. The Second Generation Global Imager (SGLI) is the optical sensor aboard GCOM-C which consists of two components: the Visible and Near-infrared Radiometer (VNR) and the Infrared Scanner (IRS). SGLI has switchable spatial resolution from 250 m x 250 m to 1 km x 1 km. The resolution of 250 m x 250 m is expected to reveal complicated structure of geophysical parameters. Sea surface temperature (SST), which is one of the important parameters in the geophysical field, is also determinable by using split window data of SGLI. SGLI SST is retrieved by utilization of newly developed cloud masking method and a modified SST method originally developed for Himawari-8. Considering combined utilization of satellite SSTs, the methods developed for SGLI SST will be applied back to Himawari-8 data as well as the data from the Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) aboard the Suomi National Polar-orbiting Partnership (Suomi NPP) satellite. SGLI SST is validated by comparison with buoy data. The comparison result shows RMSD of ~0.4 K, good agreement between SGLI SSTs and buoy data. Triple comparison with Himawari-8 and VIIRS SSTs is being started. Operational retrieval of SGLI SST started at the end of 2018. The products are available at the G-Portal site of JAXA and the JAXA Satellite Monitoring and Environmental Studies (JASMES) site of the Earth Observation Center (EORC) of JAXA.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Concept of small satellite UV/visible imaging spectrometer optimized for tropospheric NO_2 measurements in air quality monitoring

Concept of small satellite UV/visible imaging spectrometer optimized for tropospheric NO_2 measurements in air quality monitoring

*環 藤繩[1,5]、Noguchi Katsuyuki[2]、Kuze Akihiko[3]、Richter Andreas[4]、Burrows John[4]、Meier Andreas[4]、Sato Tomohiro[1]、Kuroda Takeshi[1]、Yoshida Naohiro[5]、KASAI YASUKO[1,5]
*Tamaki Fujinawa[1,5], Katsuyuki Noguchi[2], Akihiko Kuze[3], Andreas Richter[4], John P. Burrows[4], Andreas C. Meier[4], Tomohiro Sato[1], Takeshi Kuroda[1], Naohiro Yoshida[5], YASUKO KASAI[1,5]

1. National Institute of Information and Communications Technology、2. Nara Women's University、3. Japan Aerospace Exploration Agency、4. University of Bremen、5. Tokyo Institute of Technology
1. National Institute of Information and Communications Technology, 2. Nara Women's University, 3. Japan Aerospace Exploration Agency, 4. University of Bremen, 5. Tokyo Institute of Technology

Satellite observations at nadir can potentially facilitate a better understanding of the emissions and distribution of tropospheric nitrogen dioxide, NO_2. The identification of emissions requires adequate spatiotemporal resolution measurements of the total column amounts of NO_2. The spatial resolution of previous and current observations is insufficient for the identification of NO_2 hot-spots. Switching to a spatial resolution of ~1 km x ~1 km can improve the identification of local sources of NO_2 and their emissions. To investigate the feasibility of observations with such a high spatial resolution, we simulated radiance spectra for different cases under varying parameters, such as area, season, satellite altitude, and surface reflectance by using the radiative transfer model SCIATRAN. We subsequently retrieved NO_2 slant column densities (SCDs) using the differential optical absorption spectroscopy (DOAS) technique with several fit windows. For test cases associated with polluted conditions, we found that the conceptual nadir-observing instrument on a satellite at an altitude of ~300 km involved the lowest retrieval errors for signal-to-noise ratios of around 1000 with accuracy better than the required 5% for tropospheric NO_2 SCD and that the fit window of 425--497 nm met the scientific requirements for both surface reflectance cases.

キーワード：Nitrogen dioxide、Earth observation、Radiative transfer model、Remote sensing
Keywords: Nitrogen dioxide, Earth observation, Radiative transfer model, Remote sensing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

EarthCARE L2 algorithms for cloud and precipitation

*佐藤 可織[1]、岡本 創[1]、石元 裕史[2]
*Kaori Sato[1], Hajime Okamoto[1], Hiroshi Ishimoto[2]

1. 九州大学、2. 気象研究所
1. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University, 2. Meteorological Research Institute

The EarthCARE (Earth Clouds, Aerosols and Radiation Explorer, JAXA-ESA) mission will carry the first 94GHz Doppler Cloud Profiling Radar (CPR) with a high spectral resolution atmospheric lidar (ATLID) at 355nm. Recent progresses in EarthCARE L2 cloud/precipitation algorithms for the treatment of multiple scattering and cloud particle nonsphericity are presented.

キーワード：衛星搭載アクティブセンサ、雲微物理特性
Keywords: spaceborne active sensor, cloud

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analysis of the Surface Echo Characteristics Derived from GPM/DPR Wide Swath Observation Experiment

*山本 晃輔[1]、古川 欣司[1]、高橋 暢宏[2]、久保田 拓志[1]
*Kosuke Yamamoto[1], Kinji Furukawa[1], Nobuhiro Takahashi[2], Takuji Kubota[1]

1. 宇宙航空研究開発機構、2. 名古屋大学
1. Japan Aerospace Exploration Agency, 2. Nagoya University

The observation from spaceborne precipitation radar has been contributed to better understanding of earth climate system. Global Precipitation Measurement (GPM) core satellite Dual-frequency Precipitation Radar (DPR) provides us 3-dimentional information of precipitation by the scan width of about 250 km, but there have been arguments that to bring systematic impact on the weather monitoring through global rainfall map such as GSMaP, wider swath observation by precipitation radar is necessary.

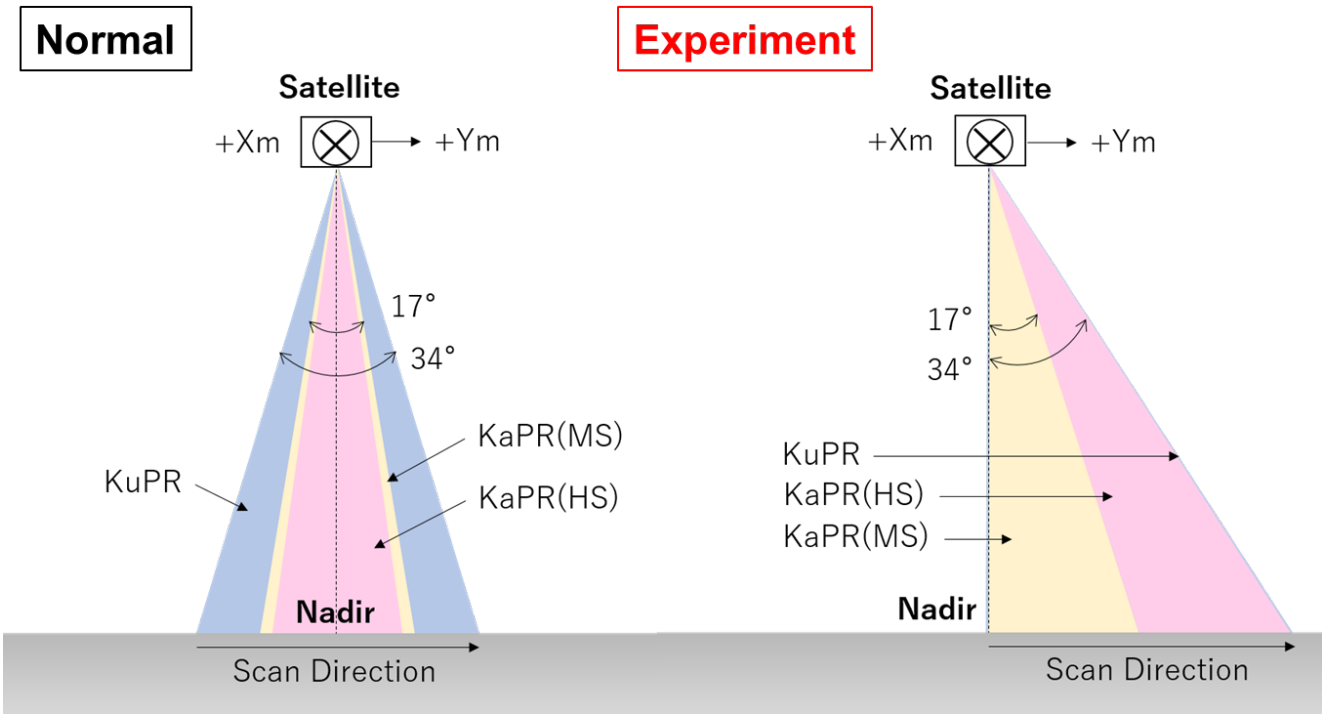
Based on those requirements, the scan pattern of GPM/DPR was experimentally changed for 1 day from 13UTC on September 26th. In this experiment, the scan angle was changed to observe from nadir to about +34˚ assuming future spaceborne precipitation radar with wider swath width, while in the normal observation DPR scans ±17˚. The height and strength of the mainlobe clutter with larger incident angle were assessed statistically to examine the possibility of the rainfall retrieval with wide swath observation by DPR.

In order to examine mainlobe clutter height, it is inevitable to reduce sidelobe and grating lobe effect. In this study, clutter-free observation data is extracted based on following procedures; 1) extract bins above mainlobe clutter; 2) extract bins under non-precipitation condition from 1); 3) extract bins that satisfy |received power −averaged noise power| < 2 sigma of the noise power from 2). Note that this procedure was applied only for KuPR observation since sidelobe and grating lobe clutter is not prominent in KaPR.

The result for KuPR observation shows that the mainlobe clutter top height at the larger incident angle over ocean is somehow suppressed at around 4 km while over land it increases almost linearly up to around 5 km due to the strong surface scattering. The same tendency is found on the KaPR observation, but it has lower clutter top height of around 2.5 km and 3.5 km, over ocean and land respectively. Suppression is clearer over ocean thanks to the specular reflection. The results also indicate that relatively intense rainfall can be retrieved while shallow rainfall with weak echo power may not be acceptable for retrieval because it should be masked by the surface clutter.

キーワード：降水レーダー、レーダークラッター、GPM主衛星
Keywords: precipitation radar, radar clutter, GPM core satellite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

全球降水観測(GPM)ミッションの日本における最近の成果
The Recent Results from the Global Precipitation Measurement (GPM) mission in Japan

*沖 理子[1]、久保田 拓志[1]、古川 欣司[1]、金子 有紀[1]、山地 萌果[1]、山本 晃輔[1]、井口 俊夫[2]、高薮 縁[3]
*Riko Oki[1], Takuji Kubota[1], Kinji Furukawa[1], Yuki Kaneko[1], Moeka Yamaji[1], Kosuke Yamamoto[1], Toshio Iguchi[2], Yukari Takayabu[3]

1. 宇宙航空研究開発機構、2. 情報通信研究機構、3. 東京大学
1. Japan Aerospace Exploration Agency, 2. NICT, 3. the University of Tokyo

The Global Precipitation Measurement (GPM) mission is an international cooperate satellite project to achieve highly accurate and highly frequent global precipitation observations. The GPM mission consists of the GPM Core satellite jointly developed by the U.S. and Japan and Constellation Satellites that carry microwave radiometers and provided by the GPM partner agencies. The GPM Core satellite carries the Dual-frequency Precipitation Radar (DPR) by the Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) and the National Institute of Information and Communications Technology (NICT) and the GPM Microwave Imager (GMI) provided by National Aeronautics and Space Administration (NASA). The GPM Core satellite was launched in February 2014 and achieved its prime mission period planned for 3 years in 2017.

It has been continuing its observation as the extended mission phase after that.

JAXA develops the DPR Level 1 algorithm and the NASA-JAXA Joint Algorithm Team develops the DPR Level 2 and DPR-GMI combined Level 2 algorithms. The DPR, the DPR-GMI combined algorithms and the latent heating algorithm were updated, and those products were released in October 2018 as Version 0.6. Using dual frequency information of DPR, the latest Level 2 products include information such as precipitation phase at surface, heavy ice precipitation and so on. Also, the calibration factors of TRMM/PR were re-examined to have consistency between DPR/Ku. The same GPM Ku-band radar L2 algorithm now applies to the TRMM/PR, so that the long radar precipitation data exceeding more than 20 years are now available. From May 2018 in the extended mission period, the scan pattern of the Ka-band radar has been changed to realize matched beam observation in full swath. The new algorithm applying to the changed scan pattern is now under development.

JAXA also develops the Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP), that is hourly and 0.1-degree horizontal resolution global rainfall map. It is available through the “JAXA Global Rainfall Watch” website (https://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP/index.htm). GSMaP product family includes different data latency products and rain gauge calibrated products and so on. The GSMaP near-real-time version (GSMaP_NRT) product provides global rainfall map in 4-hour after observation, and an improved version of GSMaP near-real-time gauge-adjusted (GSMaP_Gauge_NRT) product has been released since Dec. 2018.

The GSMaP real-time product called GSMaP_NOW now product is providing data at the earliest timing. It has been realized using the geostationary satellite Himawari-8 operated by the Japan Meteorological Agency (JMA) since November 2015. Since Nov. 2018 the domain of GSMaP_NOW has been extended to the region of the geostationary satellite Meteosat operated by the European Organization for the Exploitation of Meteorological Satellites (EUMETSAT) in November 2018. JAXA is further developing the

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GSMaP_NOW to provide global real-time rainfall product.

キーワード：全球降水観測、衛星リモートセンシング、降水
Keywords: GPM, Satellite Remote Sensing, Precipitation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

衛星全球降水マップGSMaPの誤差幅情報の提供にむけた検証
Verification of Global Satellite Mapping of precipitation (GSMaP) for providing its error information

*山地 萌果[1]、久保田 拓志[1]
*Moeka Yamaji[1], Takuji Kubota[1]

1. 宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター
1. Earth Observation Research Center, Japan Aerospace Exploration Agency

Precipitation is one of the most essential parameters in the Earth system. Due to address water issues like water shortage or floods, JAXA has developed and provided Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP), which is hourly global precipitation dataset. It is under the Global Precipitation Measurement (GPM) mission and contributes.
GSMaP allows us to capture the hourly horizontal distribution of precipitation with good latency after observation. The spatial resolution is 0.1 x 0.1 degrees latitude/longitude. It has been used for various kinds of utilization purposes.
In terms of accuracy, GSMaP algorithms were updated in several times, and GSMaP has been getting more accurate day by day, however, it is known that the inhomogeneous of accuracy is existed depending on algorithm characteristics. It has been needed to provide information about the uncertainty and accuracy of GSMaP by users.
In this study, verification result of GSMaP near-realtime product version 6 (GSMaP_NRT) is reported. The radar/raingauge analysed precipitation data by Japan Meteorological Agency, which is an hourly rainfall analysis generated from ground-based precipitation radars corrected by automated rain gauges, are used as the reference data. Since the purpose of this study is for providing generalized error information, root mean square errors (RMSE) is statistically calculated for each precipitation level and each reliability flag during May-June-July-August-September-October in 2015-2018. Some initial results showed that the RMSE qualitatively represented the error for each precipitation level and reliability flag. The RMSE ratio to the average precipitation rate got larger as the precipitation rate became smaller while it became stable around 60 –80 % when precipitation rate was more than 10 mm/h. We report the validation results in detail, such as land/ocean difference or sampling dependence, and focus on the effectiveness of it.

キーワード：降水、GPM、GSMaP、検証
Keywords: precipitation, GPM, GSMaP, validation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Detection of the mixed phase top using the measured dual-frequency ratio of reflectivity with GPM/DPR

*金子 有紀[1]、井口 俊夫[2]
*Yuki Kaneko[1], Toshio Iguchi[2]

1. 国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構、2. 国立研究開発法人 情報通信研究機構
1. Japan Aerospace Exploration Agency, 2. National Institute of Information and Communications Technology

The core observatory of the Global Precipitation Measurement (GPM) mission was launched in 2014 and has been observing rain and snow between 65˚S and 65˚N by the Dual Frequency Precipitation Radar (DPR) and the GPM Microwave Imager (GMI). The DPR provides three-dimensional structure of storms derived from reflected energy from precipitation particles. Precipitation echoes at the two frequencies of the DPR, Ka-band (25GHz) and Ku-band (14GHz), make it possible to infer the mean size and physical property of precipitation particles. The swath width of Ka-band scanning was 125 kilometers centered at nadir and was nested within the Ku-band’ s wider scan width of 254 kilometers. On May 21 2018, the Ka-band scan pattern was changed to match with the Ku-band’ s. Dual frequency radar reflectivity factors are available for full swath of 254 kilometers now.

The classification (CSF) module in the standard DPR level2 algorithm detects a bright band (BB) and classifies precipitation into three types, stratiform, convective, and other. Rain types affect the retrievals of rain amount and latent heating in the DPR algorithm. Accurate classification is also important in the Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) algorithm because it affects the rain profile database used in the rain retrieval with microwave radiometers. The BB detectability by the standard CSF algorithm is lower at and near the swath edges than near nadir because only Ku-band data was available in the outer swath before and because slant incidence of radar beams smears the vertical profiles.

As the Ka-band scan pattern has changed to cover the full swath, we can apply a dual-frequency method to detect a BB now. We have developed a method that uses the dual frequency ratio (DFR) to detect the mixed phase top. It looks at the slope of DFR as a function of range to identify the transition height from ice to water. DFR itself is estimated from measured DFR (DFRm) with attenuation correction. Preliminary experiments show that the developed method can detect the BB in stratiform rain over the swath almost uniformly. This method also has a potential to identify the transition height even in some convective cases. In this research we evaluate the performance of the algorithm by comparing the altitude of BB and the transition height with those estimated by using X-band multi-parameter radar (XRAIN) data.

キーワード：GPM、融解層、降水レーダ
Keywords: GPM, Melting Layer, Precipitation Radar

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

衛星による高頻度降雨推定データとAPHRODITE-2地上雨量計観測データの相互比較
Comparison between high frequency satellite rainfall estimation and APHRODITE-2 ground rain gauge observation

*広瀬 民志[1]、豊嶋 紘一[1]、樋口 篤志[1]、谷田貝 亜紀代[2]、安富 奈津子[3]
*Hitoshi Hirose[1], Koichi Toyoshima[1], Atsushi Higuchi[1], Akiyo Yatagai[2], Natsuko Yasutomi[3]

1. 千葉大学環境リモートセンシング研究センター、2. 弘前大学、3. 京都大学防災研究所
1. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, 2. Hirosaki University, 3. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

APHRODITEは各国の地上雨量計による日降水観測データを収集し、適切な品質管理を行った上でグリッドデータに変換するという処理をおこなっている。APHRODITEは1960年代から現在までの長期間データを保持しており、気候変動による極端降水現象の特性の変化などの解析を主眼としているが、雨量計観測は国や地域によって日界（日降水量24時間の区切り）が異なるという問題が存在する。本研究では各観測点の日界を推定するために、静止気象衛星（GEO）を用いて全球の降雨確率を推定可能なプロダクトであるRain Potential Map（RPM）を開発した（Hirose et al., 2016, JMSJ）。このRPMと、マイクロ波衛星と静止気象衛星を複合させた全球衛星降雨観測データであるGSMaP、CMORPHの3つのデータを用いてAPHRODITE日降水観測データの日界を推定し、それらを補正するための処理を行った。

上記の衛星降雨観測データは１時間毎で全球の降雨変動の情報を取得化可能であるため、１時間ずつ平均区間をずらした日平均データを作成可能である。この平均区間の異なる1年間の衛星日降水観測時系列データと、APHRODITE日降水観測時系列データとの相関を取ることで、相関係数が最も高くなる時刻から各国の日界の値を推定した。すでに日界の真値が判明している地域で衛星による日界の推定精度を検証し、本手法の信頼性が高いことを確かめた。さらに衛星降雨観測データの1時間値を用いて重みづけを行いAPHRODITE日降水量から疑似的に1時間値を求めることで、任意の日界でAPHRODITE日降水量を計算し直す手法を開発した。この手法によりAPHRODITE日降水量観測から国ごとの日界のズレを取り除くことで、より詳細な極端降水現象の移り変わりの解析が可能になることが期待される。日界補正済みの新しいAPHRODITEデータが近日公開予定である。

当日はさらに日本の河川局による山岳域の雨量計観測データを用いた解析結果も紹介する予定である。日本のようなレーダーアメダスによる観測網が発展している国でも、山岳域などでは観測点密度が不足している場所が存在することがAPHRODITEプロジェクトによる精度検証から判明している。そのような場所で観測点密度を増やし地上雨量計観測の精度を向上させることは、衛星降雨観測と地上雨量計観測の比較による精度検証のより高精度化させることにつながると期待できる。

キーワード：降水、衛星、APHRODITE
Keywords: Precipitaition, Satellite, APHRODITE

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ひまわり8号を用いた高分解GSMaPの開発
Development of the high resolution GSMaP by the Himawari-8

*妻鹿 友昭[1]、牛尾 知雄[1]
*Tomoaki Mega[1], Tomoo Ushio[1]

1. 首都大学東京
1. Tokyo Metropolitan University

There is a new generation infrared (IR) imager on new-generation gestationary weather-satellite such as the Himawari-8 and the Geostationary Operational Environmental Satellite-R series. The imagers observe multi-channel passive imaging radiometer. The imagers observe wave a full disk with several km in about ten minutes. In Near-future, the IR imager observation should cover the globe.

Global precipitation information is an important tool for water management or earth science. Spaceborne sensors is one of the most convenient tools of global observation. The sensors cover global and provide uniform quality data. Precipitation estimation use microwave radiometer in low earth orbit (LOE). A microwave radiometer has high spatial resolution. However, one drawback of the microwave radiometer in LOE is narrow observation area. Whole earth observation by a microwave radiometer on a LOE satellite need some days. Therefore, global precipitation map is made from combined satellite data. However, combined data of microwave radiometer on LOE don’t cover global in one hour. One of the global precipitation map is the Global satellite mapping of Precipitation (GSMaP). Precipitation estimation of the GSMaP made from microwave radiometer data. The GSMaP Moving Vector with Kalmanfilter (MVK) and Near real time compensate precipitation of no observation area by IR information. Spatial and temporal resolution of the GSMaP MVK achives 0.1 degree and one hour. This study shows downscale technique for GSMaP precipitation map by High-spatial and temporal resolution IR data of the Himawari-8. IR datasets of Himawari-8 are available every 2.5 minutes in the Japan region. In the presentation, we will also show validation the high resolution GSMaP and ground-radar network in Japan.

キーワード：降雨、GSMaP、マイクロ波放射計、赤外放射計、アルゴリズム
Keywords: Precipitation, GSMaP, Microwave Radiometer, Infrared Radiometer, Algorithm

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

軌道上でのGCOM-C/SGLI偏光感度評価
Preliminary results of on-orbit estimation for polarization sensitivity of GCOM-C/SGLI

*宮崎 理紗[1]、村上 浩[1]、堀 雅裕[1]
*Risa Miyazaki[1], Hiroshi Murakami[1], Masahiro Hori[1]

1. 宇宙航空研究開発機構
1. Japan Aerospace Exploration Agency

The GCOM-C has been launched successfully on 23th Dec. 2017 from the Tanegashima Space Center by H-IIA vehicle No.37. After the initial calibration/validation phase of one year after launch, all SGLI standard products have been released from JAXA’s data providing service (G-Portal) from Dec. 20, 2018.

In generally, the radiance reflected by the sea surface and the atmosphere is strongly polarized. When observing a large polarized light, the output radiance vary from the actual radiance because of the polarization sensitivity characteristic of the optical sensor. Especially for ocean color products, it is important to evaluate the effect of polarization sensitivity because it is necessary to extract the weak water-leaving reflectance (<10% of the whole) by the accurate atmospheric correction.
The polarization sensitivity of GCOM-C/SGLI of each NP (Non-Polarization) band has been measured in the pre-launch ground test. The ground test results of polarization sensitivity were shown to be <3.5% on average in the pixel direction in all bands. In this study, we evaluate whether the polarization sensitivity estimated from on-orbit observation data is consistent with the pre-launch test results. In this work, we report on the RED bands (VN07, VN08) and the NIR bands (VN10, VN11) of SGLI.
Polarization sensitivity on-orbit was evaluated based on Gordon and Zhang (1997) and Meister et al. (2005). We use the observation data by SGLI/PL (Polarization) band to estimate the real stokes vector components at the top of atmosphere (TOA). In order to obtain the polarization sensitivity with respect to directly observed radiance at TOA, L1B before inter-pixel sensitivity correction and before inter-telescope sensitivity correction was self-made from L1A data.
We analyzed the observation data of 12 path that PL band is observed nadir direction. The characteristics of the instrument for polarization sensitivity (polarization factor) were estimated by the least squares method. On the east side of the observation image, the error is large because of Sun-Glint. Although the variation in the pixel direction was still large, the estimated polarization factors (3 to 5 %) were consisted with the prelaunch ground test (~ 3.5%). However, sensitivity patterns in the pixel direction could not be identified, so we will continue to improve the evaluation in the future.

キーワード：しきさい、SGLI、偏光感度
Keywords: GCOM-C, SGLI, Polarization sensitivity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analysis of SGLI validation datas based on the effects of the growth and ground types for the AGB development

*石橋 良太[1]、梶原 康司[1]、本多 嘉明[1]
*Ryota Ishibashi[1], Koji KAJIWARA[1], Yoshiaki HONDA[1]

1. 千葉大学環境リモートセンシング研究センター
1. Center for environmental remote sensing, Chiba University

地球環境の変動を観測する為には環境を予測をし且つ適切な観測法を用い経年変化を観測する事が必須となる。本研究では、地上のバイオマスを観測する手段にSGLI取得のRSRFデータ等用い、地上バイオマス分布等を観測する手段を構築する。地上の観測に際し、必須な航空機等用いた観測法における分光観測手段に関し、本研究では二重反転プロペラを用いたUAV観測法ならびにデータ解析法を構成し、SGLIのデータ等参照法も含めたデータ構築をおこなった。このとき、AGB値の評価をおこなうが、実際の値との相違を検出し且つ適正なものとする際に、地表面からの反射光を適正に処理する必要が有る。ここで、反射光はその地表面の諸特性を表す為、地形上の特性や日照条件等反映した補正が必要となる。例えば、急緩斜面上の森林場等の反射率値は平面による値と異なり、この為に校正等が必要となる場合が有る。更に、地上の毎木調査等により得られた植生分布に基づく検証では、傾斜等作用に依存する値比較を要するが、全ての観測エリアでこれら値を検証比較する事は困難な場合が有る。そこで、本研究では、SGLIにより観測された値補正に、地上のUAV等の航空機を用いた観測値を用い且つ観測地の特性（傾斜等）を反映した補正法を構築する。

適正な値補正をする為の評価指標に、多元配置分散分析を用い且つその個々の波長域での傾斜面における植生分布を表す指標に標準偏差を用いる。このとき、適正な補正をする為に、複数の傾斜パターンとその植生を、観測地における分光観測結果の標準偏差値が表現し得るかを比較検証をする。さらに、この前述の校正値が適切な値として有用か否かを、一点の定点観測により所得されたデータ及び任意に与えた複数箇所での移動観測データを元に比較検証する事を目的とする。この為に、必要なハードウェア要件として、移動中の安定した飛行及び上下動含む機体変動が少ない機体特性を持つUAV機体とその軌道設計法、更には上下方向に同時に観測器を運用可能な観測手法が有る。本研究では、冒頭で記載したUAV機体による上下動を低減した飛行運用により要件を満たし、且つ機体上下に観測器を搭載することで、多元配置分散分析に用い得るデータ取得を実現する。

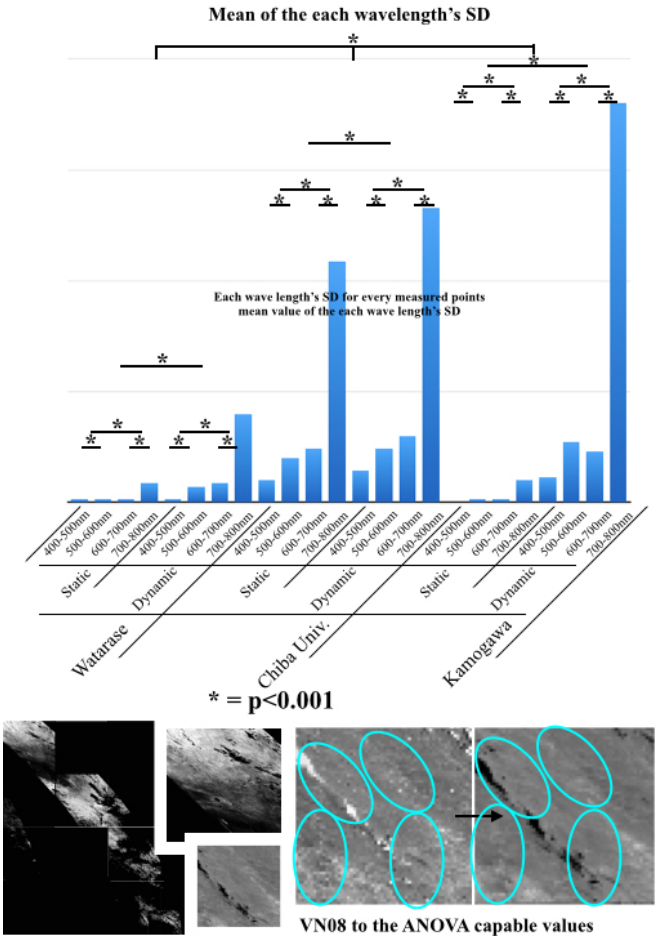
観測結果から、多元配置分散分析結果により観測地の地形傾斜作用（$p<0.001$）と植生の特性（混交林か否か（$p<0.001$）及びその秋季冬季において紅葉落葉等作用が生ずるか否か（$p<0.001$））を抽出をし検証比較が成し得る事を確認をした。さらに、SGLI画像の同じ植生分布の領域において、地形等作用から生じる反射率変化変動を検出をし、その画素周辺の値と相関をとる様な校正比較法を簡便な原理にて構成し得る事を確認した。このとき、実際のSGLI画像では、校正に際した要件に沿ったアルゴリズム実装例を示した。

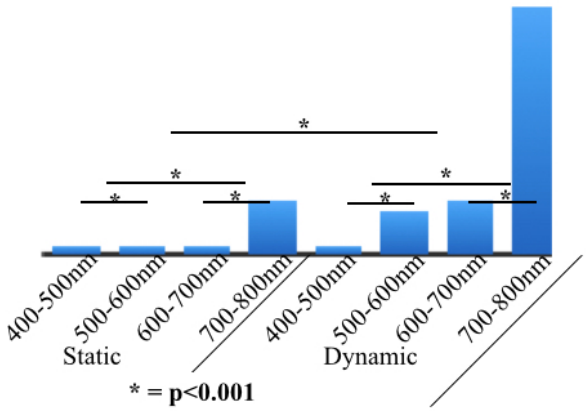
キーワード：SGLI取得データ、反射率マップ、多元配置分散分析
Keywords: SGLI's data verifications, Reflectance maps, Statistical ANOVA analysis

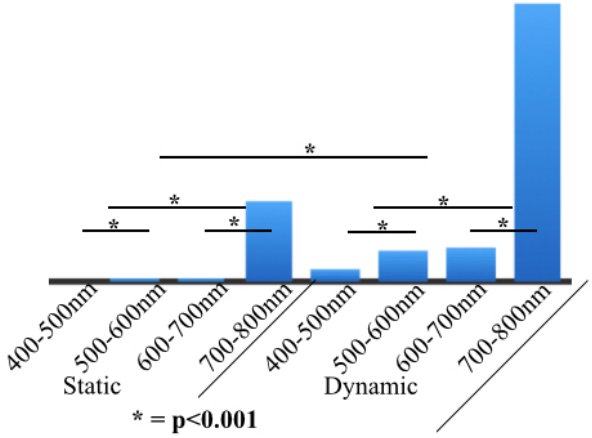
©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Factor analysis of variable results (Three-way ANOVA)

Sloped factors: Mean values of the SD of each (dynamic/semi-static)
Canopy factors: Difference of each SD of the every SD
Growth typed factors: Difference of each Mean and SD







VN08 to the ANOVA capable values

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Remote sensing of aerosol optical properties and water-leaving radiance based on the optimal estimation approach

*Chong Shi [1]、中島 映至[1]、橋本 真喜子[1]、竹中 栄晶[1]
*Chong Shi[1], Teruyuki Nakajima[1], Makiko Hashimoto[1], Hideaki Takenaka[1]

1. 宇宙航空研究開発機構
1. Japan Aerospace Exploration Agency

A flexible inversion algorithm is proposed for jointly retrieving aerosol optical properties and water-leaving radiance from multispectral instrument over the ocean. A combined multi-wavelength and multi-pixel constraint approach is used to estimate aerosol and hydrosol over clear and turbid waters, based on the forward simulation from a coupled atmospher-ocean radiative transfer model. This sort of simultaneous inversion helps to correct the biases induced by the neglect of water-leaving radiance in the traditional aerosol retrieval algorithms, in addition, it can provide more aerosol information than the standard ocean color approach. To investigate the availability of current scheme, we conduct the retrieval in the process of MODIS, GOSAT/CAI and GCOM-C/SGLI instruments.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GOSAT/TANSO-CAIを用いた大気エアロゾル推定とPM2.5の導出
Aerosol retrieval and PM2.5 from space using GOSAT/TANSO-CAI

*橋本 真喜子[1]、竹中 栄晶[1]、中島 映至[1]、日暮 明子[2]
*Makiko Hashimoto[1], Hideaki Takenaka[1], Teruyuki Nakajima[1], Akiko Higurashi[2]

1. 宇宙航空研究開発機構、2. 国立環境研究所
1. Japan Aerospace Explortion Agency, 2. NIES

Aerosol in the atmosphere has a great impact not only for the Earth’s radiation budget and changing the Earth’s climate, but also on human health. Especially, the fine particle, which is often called PM2.5, has drawn attention as a cause of health damage.

The urban area is a source of anthropogenic aerosol, which is mostly composed of small particles, and the particles are transported to other regions. Satellite remote sensing provides effective means to monitor the atmospheric aerosols in wide area including urban areas.

Accurate retrieval of fine mode aerosol optical thickness (AOT) is necessary to calculate an equivalent value of PM2.5 from space. Therefore, an aerosol retrieval algorithm for satellite remote sensing of urban areas to improve the retrieval accuracy of aerosol properties, which is called MWPM (Multiple wavelengths and pixels method) (Hashimoto and Nakajima, 2017), was developed. The method simultaneously retrieves fine and coarse mode AOT and single scattering albedo by using several wavelengths and spatial difference of surface reflectance. The method is useful for aerosol retrieval over spatially inhomogeneous surface like an urban area.

The algorithm was applied to GOSAT (Greenhouse Gases Observing Satellite) / TANSO-CAI (Cloud and Aerosol Imager, CAI) data. The GOSAT launched ten years ago (on January 23th, 2009) is a satellite to monitor greenhouse gases (GHG) such as carbon dioxide and methane with TANSO-FTS (Fourier Transform Spectrometer, FTS). The CAI is a supplementarysensor of the FTS, detecting cloud and deriving aerosol optical properties.

PM2.5 using retrieved fine mode AOT by MWPM in East Asian region from 2009 was calculated. The poster presents a retrieval result of PM2.5 over the East Asian region from space in several years and discusses the seasonal and annual variations.
Monitoring of aerosol properties such as AOT, PM2.5 and soot mixing ratio over land is added to the mission of GOSAT-2 that was launched on Otober 29th 2018. As a near-future plan, the algorithm will be applied to GOSAT-2/TANSO-CAI-2 data to generate standard PM2.5 data products.

キーワード：リモートセンシング、エアロゾル
Keywords: Remote sensing , Aerosol

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Establishing a high resolution road fugitive dust emission inventory in Kaifeng City, China

*Yiming Xu[1], Shili Liu[1], Xinyue Cao[1], Xianbao Shen[1], Zhiliang Yao[1]

1. Department of Environmental Science and Engineering, Beijing Technology and Business University

Due to the rapid urbanization and industrialization in many Chinese cities, ambient particulate matter pollution such as road fugitive dust pollution becomes a serious environmental problem. However, the emission of road fugitive dust is relatively difficult to quantify as it is of high uncertainty and spatial heterogeneity. The research aims to build a high resolution road fugitive dust emission inventory which is transferrable and applicable to other cities in China. High spatial resolution images were utilized to digitalize whole road network of Kaifeng City, Henan Province, China. Vehicle flows of the whole road network were estimated by incorporating the whole road network, field measured data and GPS data on an hourly, daily, weekly, monthly and yearly basis at city level. By fusing the road network information, vehicle flow, road dust load, average vehicle weight, a high resolution road fugitive dust emission inventory was established. The results showed that the total emissions of PM_{10}, $PM_{2.5}$ and Total Suspended Particulate from road fugitive dust at commuter time and downtown were much higher compared with other time and location in Kaifeng City. The framework of this road fugitive dust emission inventory can be applied to other cities, and it can provide data support and guide fugitive dust management in China.

Keywords: Road Fugitive Dust, High Resolution Remote Sensing, Satellite Data, Air Pollutant Emission Inventory

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A Relationship between Diurnal Change Patterns of Land Surface Temperature and Spatial Configuration of the Osaka Metropolitan Area Captured by Himawari-8

*山本 雄平[1]、石川 裕彦[1]
*Yuhei Yamamoto[1], Hirohiko Ishikawa[1]

1. 京都大学防災研究所
1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

Land surface temperature (LST) is a physical quantity that greatly contributes to the formation of an urban thermal environment. Therefore, understanding the spatiotemporal characteristics of LST is necessary for constructing a sustainable urban environment. The spatial distribution relationship between the instantaneous LST and urban land use has been investigated using polar-orbiting satellite/airborne sensors. This study explored how the urban spatial configuration and meteorological field affect the temporal changes of LST by using Japanese geostationary satellite (Himawari-8) sensor.
The study area is the Osaka metropolitan area in Japan and target days are three days that were clear-sky throughout the day in summer (August 12, 2016, July 19, 2018, and August 4, 2018). We used 100 m-mesh urban land use data and ground-based meteorological observation data to examine the urban spatial configuration and meteorological fields, respectively. The temporal changes of LST are the amplitude and phase mainly forming the diurnal change of LST. These two temporal changes were extracted by applying principal component analysis to the diurnal changes of LST represented by the 10-minute LST dataset retrieved from Himawari-8 data.
Our results showed that the spatial variations in the amplitude and phase corresponded to the penetration time and duration of the sea breeze and the thermal inertia of surface materials. Besides, it was found that the LST change during daytime was larger in the high-density low-building areas than in the low-density low-building areas. This result suggests that the increase in building density increases the LST change during the daytime. These findings lead to a deeper understanding of an urban hot environment and are helpful for urban planning to mitigate the deterioration of a hot environment.

キーワード：地表面温度、ひまわり８号、都市ヒートアイランド
Keywords: Land Surface Temperature, Himawari-8, Urban Heat Island

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | 302 3F

[A-CG34] 衛星による地球環境観測

コンビーナ:沖 理子(宇宙航空研究開発機構)、本多 嘉明(千葉大学環境リモートセンシング研究センター)、高薮 縁(東京大学 大気海洋研究所)、松永 恒雄(国立環境研究所地球環境研究センター／衛星観測センター)、座長:松永 恒雄

近年、我々は様々な時空間スケールで起こる地球環境変動の問題を意識せざるを得ない状況下にある。衛星による地球環境観測データは、その問題への対処や解決に向けて必要不可欠な基礎データとなっている。衛星観測の分野は、近年の観測センサ技術とデータ処理技術の進歩により急速な進展を見せつつあり、個々の観測センサデータの精度を吟味する時代から、より高度なデータ利用の時代に入り、ユーザーの裾野も広がっている。また40年以上に渡る観測データの蓄積により、長期変動の解析がもたらす成果に期待が持てるようになり、長期継続観測の重要性が益々増している。利用が複合的になった今日において、大気、海洋、陸域の分野を包含できる本連合大会の大気水圏科学分野のセッションで包括的に取り上げ、関係者の知恵と知識を集結することで地球環境変動の問題に向けた更なる研究と利用の進展、将来の衛星地球観測計画の議論を促進することを目的としてセッション提案を行う。

15:30 ~ 15:45

[ACG34-19] How GOSAT has survived in-orbit anomalies and calibrated radiance spectra for 10 years.

★Invited Papers

*久世 暁彦[1]、hiroshi Suto[1]、Kei Shiomi[1]、菊地 信弘[1]、橋本 真喜子[1]、Fumie Kataoka[2] (1.宇宙航空研究開発機構、2.リモート・センシング技術センター)

15:45 ~ 16:00

[ACG34-20] Estimating regional anthropogenic methane emissions with GOSAT satellite retrievals and ground-based observations

*Shamil Maksyutov[1]、Aki Tsuruta[2]、Rajesh Janardanan[1]、Fenjuan Wang[1]、Akihiko Ito[1]、Motoki Sasakawa[1]、Toshinobu Machida[1]、Isamu Morino[1]、Yukio Yoshida[1]、Johannes Kaiser[3]、Greet Janssens-Maenhout[4]、Ed Dlugokencky[5]、Tsuneo Matsunaga[1] (1.National Institute for Environmental Studies、2.Finnish Meteorological Institute、3.Deutscher Wetterdienst、4.European Commission, Joint Research Centre 、5.National Oceanic and Atmospheric Administration, Global Monitoring Division)

16:00 ~ 16:15

[ACG34-21] The Status and the Future Plan of GOSAT-2 Level 2 and 4 Products

★Invited Papers

*松永 恒雄[1]、森野 勇[1]、吉田 幸生[1]、齊藤 誠[1]、野田 響[1]、大山 博史[1]、亀井 秋秀[1]、河添 史絵[1]、今須 良一[2]、中島 映至[4]、中島 孝[5]、齋藤 尚子[3]、橋本 真喜子[4] (1.国立環境研究所地球環境研究センター／衛星観測センター、2.東京大学、3.千葉大学、4.宇宙航空研究開発機構、5.東海大学)

16:15 ~ 16:30

[ACG34-22] 温室効果ガス観測技術衛星2号機搭載CAI-2による雲判別プロダクトの初期確認

*石原 吉明[1]、大石 優[2]、石田 春磨[3]、中島 孝[4] (1.国立環境研究所、2.農研機構、3.気象庁、4.東海大学)

16:30 ~ 16:45

[ACG34-23] Drought monitoring and evaluation performance of temperature vegetation drought index (TVDI) over Eurasia

*Fengmei Yao[1]、Siqi Shi[1]、Jiahua Zhang[2] (1.UCAS University of Chinese Academy of Sciences、2.Institute of Remote Sensing and Digital Earth, Chinese Academy of Sciences)

16:45 ~ 17:00

[ACG34-24] IMPACT OF CHANGE IN LAND USE AND LAND COVER PATTERN ON LAND SURFACE TEMPERATURE AND THERMAL COMFORT USING MICRO-SCALE AREA MODEL: CASE STUDY OF

AN EDUCATIONAL CAMPUS.

*DILJIT KUMAR NAYAK[1]、MANJU MOHAN[1] (1.IIT DELHI)

How GOSAT has survived in-orbit anomalies and calibrated radiance spectra for 10 years.

*久世 暁彦[1]、hiroshi Suto[1]、Kei Shiomi[1]、菊地 信弘[1]、橋本 真喜子[1]、Fumie Kataoka[2]
*Akihiko Kuze[1], hiroshi Suto[1], Kei Shiomi[1], Nobuhiro Kikuchi[1], Makiko Hashimoto[1], Fumie Kataoka[2]

1. 宇宙航空研究開発機構、2. リモート・センシング技術センター
1. Japan Aerospace Exploration Agency, 2. RESTEC

Since 2009 Thermal And Near infrared Sensor for carbon Observation Fourier-Transform Spectrometer (TANSO-FTS) onboard the Greenhouse gases Observing SATellite (GOSAT) TANSO-FTS onboard GOSAT has provided 0.2 cm-1-step radiance spectra from solar reflected light in shortwave infrared (SWIR) to thermal infrared (TIR) light using the FTS multiplex-advantage.
The SWIR light passes from the top of the atmosphere to the Earth’s surface providing column-averaged dry air mole fractions of carbon dioxide (CO2) and methane (CH4). TIR light is the thermal emission from the Earth’s atmosphere and surface. By combining these wide spectral data, GOSAT can extract the partial column density of lower troposphere, which shows enhanced density from local anthropogenic emission sources.
For SWIR data analysis, we use robust algorithm of differential optical absorption spectroscopy and optical path modification by thin clouds and aerosol can be calibrated by simultaneously observed oxygen (O2) data. On the other hand, thermal emission measurements need absolute radiometric calibration. Furthermore, the PC-MCT detector for TIR is less linear than the Si and InGaAs detectors for SIWR.
During the 10-year operation in orbit, TANSO-FTS had system-shut-down in May 2014, May 2018, and November 2018 due to satellite anomalies and cryo-cooler shutdown in August 2018. Every time TANSO-FTS restarted, the thermal condition of the TIR detector and optics had changed and parameters for non-linearity corrections had to be updated. We present how we can calibrate SWIR and TIR spectra for 10 years for decade-long uniform quality.

キーワード：Green House Gases、Fourier Transform Spectrometer、CO2、CH4、Thermal Infrared、Shortwave Infrared
Keywords: Green House Gases, Fourier Transform Spectrometer, CO2, CH4, Thermal Infrared, Shortwave Infrared

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimating regional anthropogenic methane emissions with GOSAT satellite retrievals and ground-based observations

*Shamil Maksyutov[1], Aki Tsuruta[2], Rajesh Janardanan[1], Fenjuan Wang[1], Akihiko Ito[1], Motoki Sasakawa[1], Toshinobu Machida[1], Isamu Morino[1], Yukio Yoshida[1], Johannes Kaiser[3], Greet Janssens-Maenhout[4], Ed Dlugokencky[5], Tsuneo Matsunaga[1]

1. National Institute for Environmental Studies, 2. Finnish Meteorological Institute, 3. Deutscher Wetterdienst, 4. European Commission, Joint Research Centre , 5. National Oceanic and Atmospheric Administration, Global Monitoring Division

GOSAT satellite observations of methane are being used for regional and national methane emission estimates in a number of studies using either high resolution regional inverse models or global medium resolution models. We perform global high-resolution methane flux inversion to estimate global methane emissions using atmospheric methane data collected at global in-situ network, which is archived at WDCGG and NIES, and GOSAT satellite retrievals. High resolution tracer transport is implemented by coupling Lagrangian model FLEXPART to a global atmospheric tracer transport model (NIES-TM) and its adjoint. Prior fluxes at 0.1˚ resolution were prepared for anthropogenic emissions (EDGAR 4.3.2), biomass burning (GFAS), and wetlands (VISIT). The inverse model based on NIES-TM-FLEXPART applies variational optimization to two categories of fluxes: anthropogenic and natural (wetlands). Bi-weekly emissions are estimated for years 2009 to 2017. To reduce GOSAT retrieval biases, the monthly mean difference between GOSAT data and the inversion-optimized forward simulation is estimated for each 5˚ latitude band and it is subtracted from GOSAT retrievals (NIES Level 2 retrievals, v. 02.72) before including them in the inversion. The bias correction is designed to remove large scale biases in GOSAT retrievals, while retaining local scale variability that contains most information on anthropogenic emissions from intense sources such as megacities. Estimated anthropogenic emissions over large regions (US, China, India) are compared to GCP-CH4 top-down estimates. The sensitivity of the estimated emissions to prior fluxes is tested by adjusting the prior fluxes to match UNFCCC reports for selected large countries.

Keywords: methane , inverse model, GOSAT, anthropogenic emissions

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The Status and the Future Plan of GOSAT-2 Level 2 and 4 Products

*松永 恒雄[1]、森野 勇[1]、吉田 幸生[1]、齊藤 誠[1]、野田 響[1]、大山 博史[1]、亀井 秋秀[1]、河添 史絵[1]、今須 良一[2]、中島 映至[4]、中島 孝[5]、齋藤 尚子[3]、橋本 真喜子[4]
*Tsuneo Matsunaga[1], Isamu Morino[1], Yukio Yoshida[1], Makoto Saito[1], Hibiki M Noda[1], Hirofumi Ohyama[1], Akihide Kamei[1], Fumie Kawazoe[1], Ryoichi Imasu[2], Teruyuki Nakajima[4], Takashi Nakajima[5], Naoko Saitoh[3], Makiko Hashimoto[4]

1. 国立環境研究所地球環境研究センター／衛星観測センター、2. 東京大学、3. 千葉大学、4. 宇宙航空研究開発機構、5. 東海大学
1. Center for Global Environmental Research and Satellite Observation Center, National Institute for Environmental Studies, 2. The University of Tokyo, 3. Chiba University, 4. Japan Aerospace Exploration Agency, 5. Tokai University

GOSAT-2 (Greenhouse Gases Observing Satellite 2), launched in October, 2018, is the second Japanese Earth observation satellite for greenhouse gas observation from space. It is a joint mission promoted by Ministry of the Environment, JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency), and NIES (National Institute for Environmental Studies) as similar to the first satellite, GOSAT, launched in and operated since 2009. Both satellites are designed to measure atmospheric concentrations of carbon dioxide (CO_2) and methane (CH_4) using Fourier transform spectrometers, FTS and FTS-2, with a help of moderate resolution imagers, CAI and CAI-2, for aerosol and cloud observation. The design lifetime of GOSAT-2 is five years and the 15-year record of atmospheric $CO_2$and $CH_4$is now expected from these two satellites.

NIES is responsible for the generation of GOSAT-2's Level 2 and Level 4 standard products which are

1) GOSAT-2 TANSO-CAI-2 L2 Cloud Discrimination Product
2) GOSAT-2 TANSO-CAI-2 L2 Aerosol Property Product
3) GOSAT-2 TANSO-FTS-2 SWIR L2 Chlorophyll Fluorescence and Proxy-method Product
4) GOSAT-2 TANSO-FTS-2 SWIR L2 Column-averaged Dry-air Mole Fraction Product
5) GOSAT-2 TANSO-FTS-2 TIR L2 Cloud and Aerosol Property Product
6) GOSAT-2 TANSO-FTS-2 TIR L2 Temperature and Gas Profile Product
7) GOSAT-2 L4A Global CO2 Flux Product
8) GOSAT-2 L4A Global CH4 Flux Product
9) GOSAT-2 L4B Global CO2 Distribution Product
10) GOSAT-2 L4B Global CH4 Distribution Product

The public release of GOSAT-2 Level 2 and Level 4 products will start by the end of October 2019 and 2020, respectively.

In this presentation, the latest status and the future plan of these products will be introduced.

キーワード：温室効果ガス、気候変動、衛星
Keywords: greenhouse gas, climate change, satellite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

温室効果ガス観測技術衛星2号機搭載CAI-2による雲判別プロダクトの初期確認

A preliminary initial check of the cloud discrimination products by CAI-2 onboard GOSAT-2

*石原 吉明[1]、大石 優[2]、石田 春磨[3]、中島 孝[4]
*Yoshiaki Ishihara[1], Yu Oishi[2], Haruma Ishida[3], Takashi Nakajima[4]

1. 国立環境研究所、2. 農研機構、3. 気象庁、4. 東海大学
1. NIES, 2. NARO, 3. JMA, 4. Tokai Univ.

GOSAT-2, which is a successor of Japanese GOSAT (Greenhouse Gases Observing Satellite) which was launched in January 2009 and has been operated for about ten years, is successfully launched on Oct. 29, 2018. Both satellites are jointly developed and operated by Ministry of the Environment, Japan Aerospace Exploration Agency, and National Institute for Environmental Studies. GOSAT-2 carries two mission instruments, Fourier Transform Spectrometer 2 (FTS-2) and Cloud and Aerosol Imager 2 (CAI-2). They are successors of GOSAT FTS and CAI.

Several publicly available standard products will be generated from GOSAT-2 FTS-2 and CAI-2 data. One of these is CAI-2 Level 2 Cloud Discrimination Product and will be used for the detection of clouds within the field of view of FTS-2. CAI-2 cloud discrimination product is generated by one of two different algorithms. One of those is CLAUDIA1 used for GOSAT CAI Level 2 cloud mask product and the other is newly developed CLAUDIA3. And CLAUDIA3 is default algorithm for CAI-2 cloud discrimination product generation.

In this presentation, we will present a very preliminary initial check results of CAI-2 Level 2 cloud discrimination products, including comparison of cloud discrimination results by CLAUDIA1 and CLAUDIA3.

キーワード：GOSAT-2、雲識別
Keywords: GOSAT-2, Cloud Discrimination

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Drought monitoring and evaluation performance of temperature vegetation drought index (TVDI) over Eurasia

*Fengmei Yao[1], Siqi Shi[1], Jiahua Zhang[2]

1. UCAS University of Chinese Academy of Sciences, 2. Institute of Remote Sensing and Digital Earth, Chinese Academy of Sciences

Drought has been a common concern recent years as it is one of the high frequent nature disasters in Eurasia that is included in the Belt and Road Initiative under the background of global warming. Thus, it is of great significance to study the drought monitoring and assessment in the region to develop effective plans to mitigate the effects of disasters. This study explored applicability of Temperature Vegetation Drought Index (TVDI) derived from MODIS normalized difference vegetation index (NDVI) and land surface temperature (LST) data as an index for drought monitoring in Eurasia in growing season (April - September) from 2005 to 2014. Three methods were used to compare TVDI against Standardized Precipitation Evapotranspiration Index in three time scales (SPEI-01, SPEI-03, SPEI-06) and the Essential Climate Variable surface soil moisture product (ECV-SM) at continental scales and Land Cover scales, as well as records of drought events from Emergency Events Database (EM-DAT) and relative literatures. The results indicated acceptable correlations between TVDI and SPEIs, ECV-SM in most areas, and TVDI had higher coefficients of correlation with ECV-SM than SPEIs at continental scale. Then we found that the correlation coefficient maps at continental scales were visually consistent with the land cover types, thus correlations between TVDI and SPEIs, ECV-SM were analyzed at Land Cover scales. TVDI showed strong correlation with SPEIs and ECV-SM in evergreen Needle leaf forest, deciduous broad leaf forest and grasslands. However, the accuracy of TVDI in open shrub lands that mainly distributed at high-latitudes remains to be further validated in the future. Finally, a comparison with typical drought-year and typical drought events also demonstrated TVDI could be used as a drought index to monitor drought events in study area over study time.

Keywords: drought monitoring, Temperature Vegetation Drought Index, growing season, continental scale, land cover, drought records

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

IMPACT OF CHANGE IN LAND USE AND LAND COVER PATTERN ON LAND SURFACE TEMPERATURE AND THERMAL COMFORT USING MICRO-SCALE AREA MODEL: CASE STUDY OF AN EDUCATIONAL CAMPUS.

*DILJIT KUMAR NAYAK[1], MANJU MOHAN[1]

1. IIT DELHI

The influence of change in Land Use Land Cover pattern of an area due to rapid urbanization, over the increment in the Land Surface Temperature (LST) has always been a challenging area for research. This study covers the analysis of the influence of freshly built structure and the storey increment on the thermal comfort of the outdoor environment and Land Surface Temperature with a periodic remotely sensed observation for every three years at IIT Delhi (an educational institute campus). Numerical modelling approach using a 3D microclimate model ENVIMET is implemented for simulating the surface temperature in the presence of hostel residences and in the absence of hostel residences during a summer month of May during the period from 2002 to 2018. The effect of the Sky View Factor on Mean Radiant Temperature is likely to play a key role in influencing the thermal comfort of the residents of the campus. The entire IIT Delhi was classified under open high-rise as per Local Climate Zone (LCZ) categories. It was classified into 17 classes which included eight types of building classification from 4m to 36m and the rest of the nine classes included soil layer, asphalt roads, vegetation cover like trees, dense and light bushes, concrete roads, granite concrete and swimming pool PVC liner. The building class was sub-divided into different classes based on their height to study the effect of high rise buildings on the surface temperature. The model validation is carried out with the LST values obtained from the satellite observation of LANDSAT thermal band. The model estimated the surface temperature giving a correlation of (r=0.95) with the observed values. The RMSE value was found to be 1.28 for the student residence and 2.34 for the non-building structures. Temperature difference over the years as built structure influence was assessed approximately to the tune of 10 degrees. The model performed well in estimating the surface temperature with an accuracy of 94.97 per cent.

Keywords: ENVI-met, 3D microclimate model, Land surface temperature(LST), Land Use Land Cover(LULC), Local Climate Zone(LCZ), Landsat

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

IMPACT OF CHANGE IN LAND USE AND LAND COVER PATTERN ON LAND SURFACE TEMPERATURE AND THERMAL COMFORT USING MICRO-SCALE AREA MODEL: CASE STUDY OF AN EDUCATIONAL CAMPUS

DILJIT KUMAR NAYAK AND MANJUMOHAN

Centre for Atmospheric Sciences,

Indian Institute of Technology Delhi, Hauz Khas,

New Delhi, India 110016

ABSTRACT

The influence of change in Land Use Land Cover pattern of an area due to rapid urbanization, over the increment in the Land Surface Temperature (LST) has always been a challenging area for research. This study covers the analysis of the influence of freshly built structure and the storey increment on the thermal comfort of the outdoor environment and Land Surface Temperature with a periodic remotely sensed observation for every three years at IIT Delhi (an educational institute campus). Numerical modelling approach using a 3D microclimate model ENVIMET is implemented for simulating the surface temperature in the presence of hostel residences and in the absence of hostel residences during a summer month of May during the period from 2002 to 2018. The effect of the Sky View Factor on Mean Radiant Temperature is likely to play a key role in influencing the thermal comfort of the residents of the campus. The entire IIT Delhi was classified under open high-rise as per Local Climate Zone (LCZ) categories. It was classified into 17 classes which included eight types of building classification from 4m to 36m and the rest of the nine classes included soil layer, asphalt roads, vegetation cover like trees, dense and light bushes, concrete roads, granite concrete and swimming pool PVC liner. The building class was sub-divided into different classes based on their height to study the effect of high rise buildings on the surface temperature. The model validation is carried out with the LST values obtained from the satellite observation of LANDSAT thermal band. The model estimated the surface temperature giving a correlation of (r=0.95) with the observed values. The RMSE value was found to be 1.28 for the student residence and 2.34 for the non-building structures. Temperature difference over the years as built structure influence was assessed approximately to the tune of 10 degrees. The model performed well in estimating the surface temperature with an accuracy of 94.97 per cent.

***Key Words*:** ENVI-met, 3D microclimate model, Land surface temperature(LST), Landsat, Land Use Land Cover, Local Climate Zone(LCZ)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | 106 1F

[A-CG36] 地球環境科学と人工知能

コンビーナ:冨田 智彦(熊本大学大学院 先端科学研究部)、福井 健一(大阪大学)、松岡 大祐(海洋研究開発機構)、小野 智司(鹿児島大学)、座長:冨田 智彦(熊本大学 大学院先端科学研究部 基礎科学部門)

近年、Society 5.0そして持続可能な開発目標（SDGs）の達成に向けて、気象学・海洋学・水文学などの地球環境科学を導く地点観測データ、地上レーダデータ、衛星観測、海洋観測、そして全球客観解析データなど多岐にわたる地球環境データの利活用が期待されています。しかし、現状これらの大量に蓄積されているビッグデータは十分に活用されているとは言えず、多くのデータが誰にも解析されず眠っているとまで言われています。そこでこのようなビッグデータを取り扱うため、人工知能による時空間データモデリング、予測・検知のための機械学習技術、自動化を含めたデータマイニング技術、等の研究が必要になります。そして地球環境データを横断的に分析し利活用することで、環境問題の解決や地球温暖化への対応が可能になります。さらに人工知能は真理探求の科学研究においても第4のパラダイム（第 1： 観測・実験、第 2： 理論、第 3： シミュレーション、第 4： データ駆動）としてデータと科学の橋渡役となることが期待されます。このような研究を加速するため、地球環境データに人工知能を適用する様々な取り組みについての発表を募集します。

10:45 ~ 10:50

Introduction

10:50 ~ 11:20

[ACG36-01] ディープニューラルネットワークモデルの最近の発展とその応用

★招待講演

*白川 真一[1] (1.横浜国立大学)

11:20 ~ 11:35

[ACG36-02] 大気化学的知見に基づく学習データの最適化によるオキシダント機械学習予測精度の向上

*佐藤 知紘[1]、趙 培江[1]、是津 耕司[1] (1.情報通信研究機構)

11:35 ~ 11:50

[ACG36-03] Spatiotemporal Climate Forecasting with ConvLSTM

*Ekasit Phermphoonphiphat[1]、Tomohiko Tomita[3]、Masayuki Numao[2]、Ken-ichi Fukui[2] (1.Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University、2.The Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University、3.Faculty of Advanced Science and Technology, Kumamoto University)

11:50 ~ 12:05

[ACG36-04] 深層学習に基づく説明変数を考慮した海氷密接度の短期予測手法

*川嶋 一誠[1]、神山 徹[1]、杉本 隆[1]、中村 良介[1] (1.国立研究開発法人産業技術総合研究所)

12:05 ~ 12:15

Discussion

ディープニューラルネットワークモデルの最近の発展とその応用
Recent Progress in Deep Neural Network Architectures and their Applications

*白川 真一[1]
*Shinichi Shirakawa[1]

1. 横浜国立大学
1. Yokohama National University

A deep neural network (DNN) is a powerful machine learning model that shows remarkable performance in various artificial intelligence domains such as computer vision and natural language processing. A DNN is composed of a number of non-linear, differentiable units that have tunable parameters. In the training phase, DNN parameters (called connection weights) are trained so as to minimize training loss. After training the DNN, we expect it to be able to produce the generalized rule for the target task, i.e., the trained DNN is expected to return the ideal outputs from inputs for unknown data.

Researchers in the deep learning community are actively proposing a novel DNN architecture (i.e., the network structure of DNNs) to improve the performance and applicability of DNNs. For instance, a convolutional neural network (CNN) is frequently used as the network model for computer vision tasks, and the recurrent connection and long short-term memory (LSTM) cell is suitable for treating time series and sequential data. Besides these network structures, many extended network modules and architectures have been developed.

In this talk, we provide an overview of the recent progress in deep neural network architectures and their amazing applications. We also overview how to handle multimodal data in DNNs and present several studies on modality translation such as image-to-text (image captioning) and text-to-speech.

Although a lot of DNN architectures have been proposed so far, the selection and design of the architectures are still the users' task. Such a task is not trivial because the appropriate architecture heavily depends on the target problem and dataset, meaning that trial and error and expert knowledge are required for users. The second topic of this talk is the automatic design of DNN architectures, called neural architecture search (NAS). Recent studies show that NAS can improve the performance of DNNs depending on the dataset. Particularly, we present the computationally efficient NAS methods that can work on a single GPU with reasonable computational time.

At the end of this talk, we would like to discuss the applicability of deep neural networks to the field of global environmental science.

キーワード：深層学習、ディープニューラルネットワーク、機械学習、人工知能
Keywords: Deep Learning, Deep Neural Network, Machine Learning, Artificial Intelligence

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大気化学的知見に基づく学習データの最適化によるオキシダント機械学習予測精度の向上

Improving performance of oxidant prediction using machine learning by optimizing input data based on atmospheric science knowledge

*佐藤 知紘[1]、趙 培江[1]、是津 耕司[1]
*Tomohiro Sato[1], Peijiang Zhao[1], Koji Zettsu[1]

1. 情報通信研究機構
1. National Institute of Information and Communications Technology

【背景】近年、大気汚染による早期死亡者数は世界で約370万人であり、これは交通事故による死亡者数の約3倍に相当する（WHO報告書, 2014）。日本では、NO_2や$PM_{2.5}$等のほとんどの大気汚染物質が減少傾向を示す中、オキシダント（Ox）は環境基準達成率が0.1%と極めて低く、依然として横ばいまたは増加傾向を示している（環境省報告書, 2018）。Oxは光化学スモッグの主成分であり、高濃度になると喘息や肺炎などの発症リスクを高める他、農作物にも被害を与える（Zheng et al., 2018等）。Oxの生成メカニズムはNO_2や揮発性有機化合物（VOC）等の前駆体の濃度や太陽光、風量などの様々な要因が非線形に結びついているため、その物理化学過程の完全なモデル化は難しく、また計算コストが莫大になるという課題がある。そこで、従来の物理化学モデルに代わる予測手法として、機械学習を用いた研究が進められている。Keller et al., (2017)はGEOS-Chemモデルの計算結果を学習データとしてOxの主成分であるオゾン（O_3）の濃度を予測するRandom Forestモデルを構築し、計算コストを100分の1に小さくした上で10日後までの予測を誤差10%以内で実現できることを示した。他にも、Multiple Linear RegressionやArtificial Neural Network（Pires and Martins, 2011）、Gene Expression Programming（Samadianfard et al., 2013）等の方法によるオゾン濃度予測研究が報告されている。

【目的】これまでの機械学習による大気汚染短期予測研究は、モデルのアルゴリズムについての発展は行われているものの、学習データそのものについては、あまり注目されていなかった。一方で、Data Augmentation等の学習データの改良により予測精度が向上できることが報告されており（Guennec et al., 2016）、本研究では、大気化学的知見に基づくOx学習データを最適化することにより、機械学習によるオキシダント短期予測精度の向上を試みる。

【データセット・手法】　Ox（特に主成分であるO_3）は光化学反応によって生成されるため、日の出とともに増加（$NO_2 + hn \rightarrow NO + O$, $O + O_2 + M \rightarrow O_3 + M$等）、日中に最大となり、夜は他の物質との反応や地表面との接触により徐々に減少する。この規則的な日変化は、天気や季節による太陽光量や人間活動による前駆体発生量に依存して絶対量は変化するものの、その傾向は一年を通してほとんど変わらない。そこで本研究では、学習データにOx測定値（V_{obs}）をそのまま用いてOx短期予測を行った場合（①）と、1日の中の時間ごとの日変化（$V_{diurnal}$）からの差分（$DeltaV = V_{obs} - V_{diurnal}$）を入力した場合（②）を比較した。学習データセットには、福岡市内16地点の1時間毎の測定値（国立環境研究所 環境数値データベース 時間値データファイル）を使用し、Oxの他にNO_2やSPM、$PM_{2.5}$、SO_2、CO等の主要大気汚染物質、温度や湿度、風向、風速の気象条件を対象とした。期間は2014～2016年度の3年分とし、基準となるOxの$V_{diurnal}$は、年度毎の全データについての時間ごとの平均値とした。機械学習モデルには、Convolutional Neural Network（CNN）とLong Short-Term Memory（LSTM）を合わせたConvolutional Recurrent Neural Network（CRNN）を使用した（Zhao and Zettsu, 2018）。このモデルでは、測定点の緯度・経度座標を基に各測定値を2次元データ化してCNNにインプットし、空間特徴量を抽出、その後LSTMにより時間発展後の予測値を出力する。入力データは過去24時間分の全測定点毎のデータ、出力データは6時間後の全測定地点を平均したOx濃度とした。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

【結果・考察】①と②の場合におけるCRNNによる予測値と実測値を比較し、平方根平均二乗誤差（Root Mean Squared Error: RMSE）と正確率（Accuracy）により予測精度を評価した。各年度のRMSEとAccuracyは、①10.3 ppb/75.4%、②6.7ppb/84.7%（2014年度）、①11.0 ppb/72.7%、②8.3ppb/79.6%（2015年度）、①9.4 ppb/76.7%、②8.6ppb/79.4%（2016年度）であり、入力データに差分 DeltaV を用いることで正確率が最大約10%向上した。また、予測値と実測値を1日の中の時間ごとに比較すると、①では夜間は過大評価、昼間は過小評価する日内バイアスが確認された。一方、②ではこのバイアスが大きく解消され、時間による偏りが少ない予測を実現した。なお、このバイアスの解消は、全ての年度について確認された。

【まとめ・提言】本研究では、日本国内で近年横ばいまたは増加傾向を示す有害物質であるオキシダント（Ox）の機械学習による高精度短期予測を実現するために、従来研究に多く見られるアルゴリズムの改良ではなく、大気化学的知見に基づくOx学習データの改良による予測精度向上を試みた。その結果、入力データとしてOx日変化の特徴を除いた差分データを用いることで、予測正確率を最大10%向上させることに成功した。本研究成果は、機械学習を用いた大気環境予測において、大気化学の知見に基づく学習データの拡張や調整が重要であることを示唆している。

キーワード：大気汚染、オキシダント、機械学習、最適化、短期予測
Keywords: Air pollution, Oxidant, Machine learning, Optimization, Short-term prediction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Spatiotemporal Climate Forecasting with ConvLSTM

*Ekasit Phermphoonphiphat[1], Tomohiko Tomita[3], Masayuki Numao[2], Ken-ichi Fukui[2]

1. Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University, 2. The Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University, 3. Faculty of Advanced Science and Technology, Kumamoto University

Recent years, climate forecasting techniques with machine learning have been developing to get high accuracy result, unlike physical simulation that uses the techniques of ensemble mean and has already been employed by JMA (Japan Meteorological Agency) which cannot perform well for long term prediction because climate data is a very high non-linear relationship. Machine learning techniques can build a forecasting model by learning patterns from prior data while maintaining the spatial correlation that very important for climate data because the variable from one area could affect other areas. In this paper, we studied the spatial-temporal pattern of machine learning techniques can improve the forecasting result. The experiment compares 3 forecasting models. Linear regression model is a simple forecasting linear model that try to produce linear formula from the training dataset, we use this model with non-spatial correlation setup. CNN (Convolutional Neural Network) is a class of deep learning, the key idea is convolutional layer that is able to maintain spatial correlation through the network. ConvLSTM (Convolutional Long Short-Term Memory) is the improvement version of Fully Connected Long Short-Term Memory that combines convolution operator inside every gate (the control unit that measures how much information will pass through) in the memory cell; therefore, spatial correlation is preferably maintained on the arbitrary of times. We run the experiment to forecast temperature at 2 meter height of the Japan area, we used the monthly mean data of ERA-Interim dataset that started from 1979 to the present. The result has shown that ConvLSTM performs the best accuracy compares to CNN and non-spatial correlation setup linear regression model.

Keywords: Climate Forecasting, ConvLSTM, Spatial Correlation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

深層学習に基づく説明変数を考慮した海氷密接度の短期予測手法
Deep-Learning Based Short-Term Prediction Method for Sea Ice Concentration Using Explanatory Variables

*川嶋 一誠[1]、神山 徹[1]、杉本 隆[1]、中村 良介[1]
*Issei Kawashima[1], Toru Kouyama[1], Ryu Sugimoto[1], Ryosuke Nakamura[1]

1. 国立研究開発法人産業技術総合研究所
1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

近年、北極海航路が着目されており、その航行のためには、短期～中期の海氷予測が重要となっている。短期予測に対しては、精度のみならず頻度や計算負荷も重要となる。著者らは対象領域として海氷の増加・減少・移流等のダイナミクスが顕著なオホーツク海を選び、深層学習を使用した海氷予測手法を検討してきた。本手法は、水循環変動観測衛星「しずく」（GCOM-W）に搭載された高性能マイクロ波放射計2（AMSR2）のプロダクトである海氷密接度の履歴情報のみから、深層学習の手法を使用して0.5日間隔で2.5日先までの海氷密接度を予測する手法であり、高頻度であるにも関わらず計算コストが低いといった特徴を有し、比較的良い精度を得ることができる。しかしながら従来の数値シミュレーションによる予測精度との比較、また実利用時に要求されうる精度を見据えると、高精度な予測実現に関して改善の余地があった。そこで、本稿では、海氷密接度以外の説明変数も考慮して海氷密接度の短期予測を行う手法を提案し、その結果を示す。

キーワード：海氷密接度、深層学習、LSTM
Keywords: Sea Ice Concentration, Deep Learning, LSTM

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 13:45 ~ 15:15 | 104 1F

[A-CG36] 地球環境科学と人工知能

コンビーナ:冨田 智彦(熊本大学大学院 先端科学研究部)、福井 健一(大阪大学)、松岡 大祐(海洋研究開発機構)、小野 智司(鹿児島大学)、座長:冨田 智彦(熊本大学 大学院先端科学研究部 基礎科学部門)

近年、Society 5.0そして持続可能な開発目標（SDGs）の達成に向けて、気象学・海洋学・水文学などの地球環境科学を導く地点観測データ、地上レーダデータ、衛星観測、海洋観測、そして全球客観解析データなど多岐にわたる地球環境データの利活用が期待されています。しかし、現状これらの大量に蓄積されているビッグデータは十分に活用されているとは言えず、多くのデータが誰にも解析されず眠っているとまで言われています。そこでこのようなビッグデータを取り扱うため、人工知能による時空間データモデリング、予測・検知のための機械学習技術、自動化を含めたデータマイニング技術、等の研究が必要になります。そして地球環境データを横断的に分析し利活用することで、環境問題の解決や地球温暖化への対応が可能になります。さらに人工知能は真理探求の科学研究においても第4のパラダイム（第 1： 観測・実験、第 2： 理論、第 3： シミュレーション、第 4： データ駆動）としてデータと科学の橋渡役となることが期待されます。このような研究を加速するため、地球環境データに人工知能を適用する様々な取り組みについての発表を募集します。

13:45 ~ 14:00

[ACG36-05] **深層学習と三次元大気放射伝達モデルを用いた雲のリモートセンシング**

*岩渕 弘信[1]、増田 涼佑[1]、K. Sebastian Schmidt[2,3]、Damiani Alessandro[4]、工藤 玲[5] (1.東北大学大学院理学研究科、2.コロラド大学大気海洋学研究科、3.コロラド大学大気宇宙物理学研究所、4.千葉大学環境リモートセンシング研究センター、5.気象研究所)

14:00 ~ 14:15

[ACG36-06] 全方位カメラ画像を用いた夜間の雲量時系列化

*宮部 花鈴[1]、小郷原 一智[1] (1.滋賀県立大学)

14:15 ~ 14:30

[ACG36-07] 全天空画像および基本気象要素を用いた雲量の時系列予測

*小郷原 一智[1]、園田 哲平[2] (1.滋賀県立大学工学部、2.滋賀県立大学大学院工学研究科)

14:30 ~ 14:45

[ACG36-08] 時系列データに基づく帰納的降水量予測の基礎検討

*松本 直樹[1]、冨田 智彦[1]、福井 健一[2] (1.熊本大学、2.大阪大学)

14:45 ~ 15:00

[ACG36-09] 機械学習を用いたSAR画像中の船舶の検出

*園家 俊[1]、出村 裕英[1] (1.会津大学)

15:00 ~ 15:15

Discussion

深層学習と三次元大気放射伝達モデルを用いた雲のリモートセンシング
Remote sensing of cloud using the deep learning based on three-dimensional radiative transfer

*岩渕 弘信[1]、増田 涼佑[1]、K. Sebastian Schmidt[2,3]、Damiani Alessandro[4]、工藤 玲[5]
*Hironobu Iwabuchi[1], Ryosuke Masuda[1], K. Sebastian Schmidt[2,3], Alessandro Damiani[4], Rei Kudo[5]

1. 東北大学大学院理学研究科、2. コロラド大学大気海洋学研究科、3. コロラド大学大気宇宙物理学研究所、4. 千葉大学環境リモートセンシング研究センター、5. 気象研究所
1. Graduate School of Science, Tohoku University, 2. Department of Atmospheric and Oceanic Sciences, University of Colorado, 3. Laboratory for Atmospheric and Space Physics, University of Colorado, 4. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, 5. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency

Remote sensing is a field of active research to which the machine learning techniques are applied. Machine learning models can be trained to detect characteristics and estimate properties of spatial and temporal variations of geophysical features. The deep learning uses a deep neural network and is rapidly developing in wide areas of industrial applications and scientific research. The deep neural network generally offers high capabilities of automatic feature extraction from multi-variate, multi-modal data and a good approximation of non-linear functions. If a deep learning model is trained well, its advantages are high accuracy with reasonable speed of calculation, which is suitable for practical applications to processing a large amount of data.

We will present a few applications of the deep learning to remote sensing of cloud from satellite- and ground-based optical measurements. In optical remote sensing of clouds, three-dimensional (3-D) radiative transfer effects are a major source of retrieval errors. Radiative interactions operate across spatial elements of the cloudy atmosphere at a wide range of spatial scales. Radiance measured at each pixel of an image taken by a satellite-based imager or ground-based camera is influenced by not only cloud density and microphysical properties along the line of sight but also the spatial distribution of clouds in a wide domain surrounding the line of sight. Although the retrieval of cloud properties is usually based on the independent pixel approximation assuming a plane-parallel, homogeneous cloud for each image pixel, the 3-D radiative interaction makes it difficult to retrieve cloud properties at pixel level if one uses single-pixel radiances solely. Thus, use of multiple pixels looks attractive, offering a great potential to accurately retrieve cloud properties from an image. Convolutional neural networks (CNNs) naturally traces the 3-D radiative effects that appear across image pixels, which traditional single-pixel approaches cannot capture. We have thus developed deep learning models to estimate the spatial distribution of cloud properties from multi-spectral, multi-pixel cloud retrieval from satellite imagery and images taken by a ground-based digital camera. Training data of pseudo-observation radiances are made from simulations using a Monte Carlo 3-D radiative transfer model for cloud fields simulated by a large eddy simulation model with high spatial resolution. In this case, the deep learning model is trained to learn the multi-scale spatial structure of clouds in addition to the complicated relationships between cloud properties and radiances. Deep CNNs show high retrieval accuracy for cloud properties such as cloud optical thickness and effective droplet radius from multi-spectral images of visible, near-infrared, and shortwave infrared channels, efficiently deriving the spatial distribution of cloud properties at multiple pixels all at once from radiances at multiple pixels. By using multi-scale features in the images, it is possible to recover the information lost in 3-D radiative transfer. Results show significantly better accuracy compared with traditional approaches.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：深層学習、リモートセンシング、雲、放射伝達
Keywords: deep learning, remote sensing, cloud, radiative transfer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

全方位カメラ画像を用いた夜間の雲量時系列化
Time series of cloud cover during the night derived from an omnidirectional camera

*宮部 花鈴[1]、小郷原 一智[1]
*Karin miyabe[1], Kazunori Ogohara[1]

1. 滋賀県立大学
1. University of Shiga Prefecture

我々の生活は,身近な大気環境に深く関係している.例えば霧は陸上・海上を問わず発生し,視程不良害の原因となり様々な事故を引き起こしている.また,風速が大きいとレジャー施設は運行停止しなければならず,気温が低かったり,天気が悪いと気象病の発生頻度が高くなる.このようなことから,天気予報では得ることのできないより詳細な環境変化の予測が現在必要とされている.

時間的・空間的に詳細な環境予測を必要とする物理量には,気温,風向,風速,湿度などがあるが,加えて晴曇の判断材料になる雲量もある.雲量を予測できれば,より精度の高い環境予測が可能であると期待できる.先行研究で昼の全方位カメラ画像による雲量時系列化がすでに行われているため,本研究は夜の全方位高感度カメラ画像による雲量時系列化を目的とした.また,撮影した全方位カメラ画像は歪みが発生している可能性があるため,画像の歪み補正の手法も検討した.

本研究は,エンコーダ-デコーダ型畳込みニューラルネットワークの一種であるU-netで全方位カメラ画像を画像セグメンテーションすることで夜間の画像の雲量導出を行った.夜間の画像に対する精度はAUCが0.985であった.画像に雨粒が写っている画像に対しての雲量導出も行ったが,AUCが0.984と精度の高い結果を得られた.しかし,朝方・夕方の画像の場合はAUCが0.952と精度が低下し,本手法は有効ではないことが確認できた.最後に,画像の歪み補正によって,より正確だと考えられる雲量を導出した.

キーワード：雲量
Keywords: Cloud cover

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

全天空画像および基本気象要素を用いた雲量の時系列予測
Time series prediction of cloud cover using whole-sky images and meteorological elements

*小郷原 一智[1]、園田 哲平[2]
*Kazunori Ogohara[1], Teppei Sonoda[2]

1. 滋賀県立大学工学部、2. 滋賀県立大学大学院工学研究科
1. School of Engineering, University of Shiga Prefecture, 2. Graduate School of Engineering, University of Shiga Prefecture

Prediction of the sky conditions is becoming important in several sectors of society. The most typical codition of the sky is cloud cover (CC). CC should have a correlation to air temperature, ground temperature, humidity, and solar radiation, etc. Therefore, prediction of CC is highly significant from the perspective of social application and should have a large impact on accuracy of time-series prediction of other variables.
We have developed a novel method for segmentation of cloud areas in whole-sky images using an encoder-decoder based convolutional neural network to derive CC from images observed by an omnidirectional camera. F-measure for cloud obtained by 10-fold cross validatoin was 0.86. We could generate time series of daytime CC for 1.5 years using the proposed method.
We have tried to predict CC after one hour based on time series of CC itself and solar radiation using recurrent neural network. RMSE of CC between the observed and predicted time series is 0.022 and the predicted time series of CC is more accurate than the persistence model. However, predicted CC tends to get close to 0.4-0.5 and the phase shift like the persistence model is partially seen.

キーワード：時系列予測、画像領域分割、深層学習
Keywords: time-series prediction, image segmentation, deep learning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

時系列データに基づく帰納的降水量予測の基礎検討
Fundamental investigation about the inductive prediction of precipitation based on the time series data

*松本 直樹[1]、冨田 智彦[1]、福井 健一[2]
*Naoki Matsumoto[1], Tomohiko Tomita[1], Kenichi Fukui[2]

1. 熊本大学、2. 大阪大学
1. Kumamoto Univ., 2. Osaka Univ.

本研究は、地点観測データに人工ニューラルネットワーク（ANN）を適用し、短期降水量予測を行う場合の、特に訓練データの改善がもたらす予測精度の向上に関する基礎的検討を行う。

使用データは、気象庁編集の降水量・気温・気圧・蒸気圧・風速・風向の1時間間隔データであり、ANN予測モデルは、多層パーセプトロンを用い構築されている。これらのデータとANN予測モデルを用い、本研究では、熊本の時間降水量の変化予測を試みる。そして、訓練データを系統的に変えることで、短期降水量予測の精度がいかに改善されるかを調査する。特に降水量予測に対する各観測パラメータの寄与を調査、そして熊本の周辺地点の考慮により予測結果がいかに改善されるかを調査する。なお予測結果の評価については、大雨予測にとって重要な時間降水量の極大値・極大値の出現時刻、の比較による検証と、一般的な予測値と正解値の誤差平方和を用いた。

結果は、まず、西方地点データの訓練データへの取り込みが熊本の時間降水量予測に効くことを見出す。そして、訓練データにおいて、降水がない期間のデータを削除することにより、予測における極大値の大きさが削除前の正解値比30%から削除後の80%へと大きく改善されることを見出す。さらに、予測への蒸気圧の寄与が大きくなることを見出す。訓練データにおいて考慮する、観測パラメータ、入力地点データ、そして予測のリードタイムを変えることにより、降水量予測はいかに改善されるか、引き続き検討をすすめる。

なお本研究は、高度な観測データが得られない地点などでの簡易降水量予測モデルの構築改善に貢献するであろう。

キーワード：人工ニューラルネットワーク、時間降水量予測
Keywords: artificial neural network, prediction of hourly precipitation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

機械学習を用いたSAR画像中の船舶の検出
Identification of ships image on SAR data using machine learning

*園家 俊[1]、出村 裕英[1]
*Takashi Sonoke[1], Hirohide Demura[1]

1. 会津大学
1. University of Aizu

SAR(Synthetic Aperture Radar) has been popular in Earth remote sensing because this is available for all-weather and night time, unlike optical sensors. The identification of ships has been remarked from viewpoints of coast guard such as finding and monitoring marine accidents and poaching boats without Automatic Identification System (AIS). Current monitoring such situations still has been a visual inspection. This brings some difficulties such as too huge area, too time-consuming processes and so on to monitor them. So, screening candidates of ships have been required for helping the watchers. Machine learning is one of the best solutions because usual visual inspections have been substituted by the recent AI trend.
This research adopts the Convolutional Neural Network (CNN) because this is the most popular approach in image analysis. We have many uses with CNN in image recognition. This research verifies whether a ship image on SAR can be identified by CNN. This research used SAR images of PALSAR2/ALOS2 with a resolution of 10 m/pixel, polarization is HV (horizontal transmitting, vertical receiving) for the identification of ships. This machine learning needs a set of labeled data with positive/negative. The label is given to ship image on SAR using AIS. Results with PALSAR 2 data with a resolution of 10 m / pixel showed high accuracy of 95%. This research showed the availability of a method to discover ships from SAR images using CNN. In the future, this research will classification of ships not only identification. This research will examine how the change of SAR image due to marine weather affect machine learning. I would like to discuss with marine weather experts at JpGU.

キーワード：SAR、深層学習、畳み込みニューラルネットワーク、船
Keywords: SAR, Deep learning, CNN, Ship

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_6

[A-CG36] 地球環境科学と人工知能

コンビーナ:冨田 智彦(熊本大学大学院 先端科学研究部)、福井 健一(大阪大学)、松岡 大祐(海洋研究開発機構)、小野 智司(鹿児島大学)

近年、Society 5.0そして持続可能な開発目標（SDGs）の達成に向けて、気象学・海洋学・水文学などの地球環境科学を導く地点観測データ、地上レーダデータ、衛星観測、海洋観測、そして全球客観解析データなど多岐にわたる地球環境データの利活用が期待されています。しかし、現状これらの大量に蓄積されているビッグデータは十分に活用されているとは言えず、多くのデータが誰にも解析されず眠っているとまで言われています。そこでこのようなビッグデータを取り扱うため、人工知能による時空間データモデリング、予測・検知のための機械学習技術、自動化を含めたデータマイニング技術、等の研究が必要になります。そして地球環境データを横断的に分析し利活用することで、環境問題の解決や地球温暖化への対応が可能になります。さらに人工知能は真理探求の科学研究においても第4のパラダイム（第 1： 観測・実験、第 2： 理論、第 3： シミュレーション、第 4： データ駆動）としてデータと科学の橋渡役となることが期待されます。このような研究を加速するため、地球環境データに人工知能を適用する様々な取り組みについての発表を募集します。

[ACG36-P01] **Automatic Detection of Illegal Waste Sites in UAS Orthoimages**

Wei-De Chen[1]、*Yu-Ching Lin[1]、Hsien-Min Wu[1] (1.Chung Cheng Institute of Technology, Taiwan)

[ACG36-P02] Using machine learning models to predict the benefits of solar power generation in northern Taiwan

*SHIH-CHIAO TSAI[1]、KUO-CHIH HUANG[1]、DUN-REN GUO[1] (1.National Defense Univ.)

[ACG36-P03] 3次元畳み込みニューラルネットワークを用いた気象時系列データにおける変化点の検知と注目範囲の可視化

*小野 智司[1]、前原 宗太朗[1]、木下 貴裕[1]、福井 健一[2]、冨田 智彦[3] (1.鹿児島大学、2.大阪大学、3.熊本大学)

[ACG36-P04] 富士川周辺地域における素因と誘因を考慮した機械学習による土砂災害危険度推定

*相馬 一義[1]、黒田 晴[2]、倉上 健[2]、宮本 崇[1] (1.山梨大学大学院総合研究部、2.山梨大学大学院医工農学総合教育部)

[ACG36-P05] 短期気象予測における降水量ガイダンスへの深層学習の活用に関する検討

*倉上 健[1]、相馬 一義[1]、宮本 崇[1]、古屋 貴彦[1]、馬籠 純[1]、石平 博[1] (1.山梨大学)

[ACG36-P06] 降水イベントの発生数比率にみる日本の降水の空間分布特性

*荻野 健太[1]、冨田 智彦[1]、松本 直樹[1] (1.熊本大学)

Automatic Detection of Illegal Waste Sites in UAS Orthoimages

Wei-De Chen[1], *Yu-Ching Lin[1], Hsien-Min Wu[1]

1. Chung Cheng Institute of Technology, Taiwan

With the force of technological development and growing human population, it is important for the government to understand the rate of land use/land-cover change. Remotely sensed data has been popularly employed for land use monitoring, in order to avoid improper land use or illegal expansion. Over the past decade, medium-resolution satellite images have been exploited to find out where illegal waste disposal sites are in Taiwan. However, acquiring satellite imagery often takes long revisit time. In recent years, Unmanned Aircraft System (UAS) attached with a non-metric camera has become a popular platform for acquisition of aerial images. It is cost-effective for acquiring temporal images over large geographic areas. This study employed a sensfly Ebee drone to acquire aerial images for monitoring land use activity. An orthoimage can be generated using state-of-the-art Structure-from-Motion (SfM) photogrammetry. With the help of object detection technique in artificial intelligence, illegal activity can be rapidly identified in the orthoimages. The Tensorflow Object Detection API was applied. In this study, a faster region-based Convolutional Neural Network (R-CNN) with Resnet-101model was retrained for detecting the location of illegal waste. The results achieved a recall of 86.9% and a precision of 72.2%. This study demonstrated that it is possible for department of land monitoring to know the hot spot of illegal waste sites. Surveillance operations become active and effective. In the future, hard sampling mining method would be investigated to reduce false alarm cases. Also, a faster detection procedure, such as YOU ONLY LOOK ONCE (YOLO) v3 will be further assessed.

Keywords: Object Detection, UAS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Using machine learning models to predict the benefits of solar power generation in northern Taiwan

*SHIH-CHIAO TSAI[1], KUO-CHIH HUANG[1], DUN-REN GUO[1]

1. National Defense Univ.

In recent years, the use and development of solar power has been promoted due to climate change and energy crisis. However, solar power generation is highly dependent on local weather characteristics, since the amount of solar radiation is closely related to the atmospheric transparency, water vapor content, cloud coverage and suspended particulate content. In particular, the problem of air pollution in Taiwan is getting worse, and the aerosol in the atmosphere can reflect, scatter or absorb solar radiation, reducing the amount of solar power generation. Therefore, if we want to increase the proportion of solar power generation, it is important to develop a solar energy forecasting technology that combines environmental parameters. This study utilized meteorological data from the Banqiao, Hsinchu, and Xinwu observatories of the Central Weather Bureau, and PM2.5 observation data from the Longtan Station of the Environmental Protection Administration from July 2013 to June 2018, to analysis the relationship between various environmental factors and solar radiation. Then put the data into the mechanical learning models to obtain the solar radiation prediction value (the first half of the data is used for model training and the second half is used for model testing), and compare with the measured values of solar radiation to find the best performing parameter series and model. The results show that a series of 10 weather parameter used in the decision tree algorithm has better training and test scores on the 8th floor (training score 0.821261, test score 0.674572), and the random forest algorithm has the best training and test performance (training score 0.964738, test score 0.716649).

Keywords: Machine learning, Decision tree, Random forest, Solar radiation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

3次元畳み込みニューラルネットワークを用いた気象時系列データにおける変化点の検知と注目範囲の可視化
Change Point Detection and Visualization of Region of Interests on Weather Time Series Data Using Three-dimensional Convolutional Neural Network

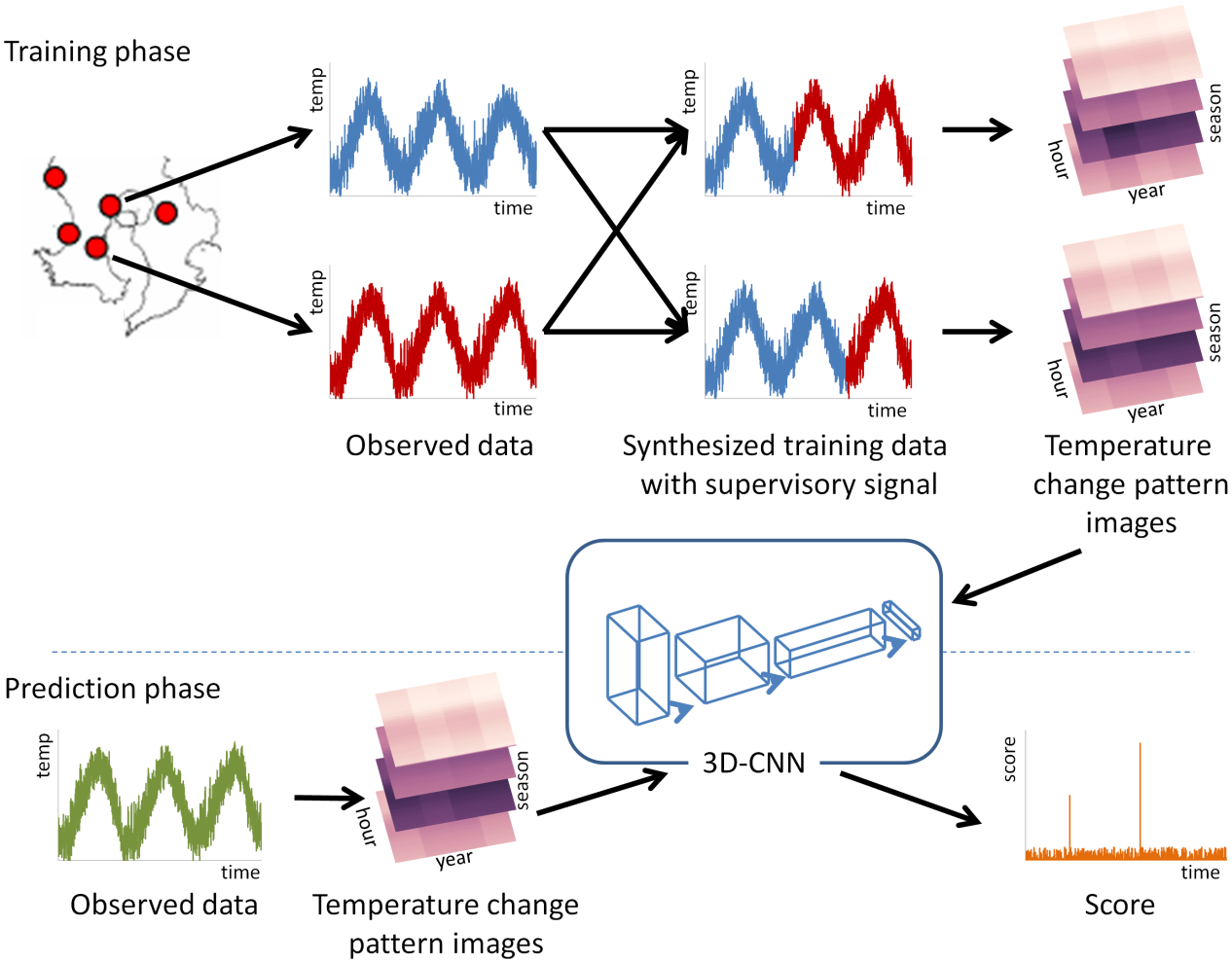
*小野 智司[1]、前原 宗太朗[1]、木下 貴裕[1]、福井 健一[2]、冨田 智彦[3]
*Satoshi Ono[1], Sotaro Maehara[1], Takahiro Kinoshita[1], Ken-ichi Fukui[2], Tomohiko Tomita[3]

1. 鹿児島大学、2. 大阪大学、3. 熊本大学
1. Kagoshima University, 2. Osaka University, 3. Kumamoto University

気象観測データをもとに長期的な自然変動を把握する場合，人工的な変動要因を除外することが必要となる．本研究では，3次元畳み込みニューラルネットワーク（3D Convolutional Neural Network: 3D-CNN）を用いて，観測された気象データに微少なパターンとして表出する人工的な変動要素を検知する方式を提案する．提案方式では，教師信号付き訓練データを合成することで，教師あり学習を可能にする点に特徴がある．本研究では，アメダス（Automated Meteorological Data Acquisition System: AMeDAS）の観測データを対象とした実験を行った．近傍の2拠点で観測された気温変化パターンをある時点で切断し，以降の観測データを交換したデータを用意することで，仮想的な観測拠点の移動を含む訓練データを合成し，3D-CNNの学習を行った．これにより，数十km程度離れた観測拠点から合成した訓練データを用いた場合であっても，数km以下のごく短い距離の観測拠点の変更を検出できることを確認した．また，本研究では，Guided Gradient-Weighted Class Activation Mappingを利用して，変化点検知の際に注目された観測データの範囲を可視化できることを示した．

キーワード：アメダス観測データ、3次元畳み込みニューラルネットワーク、変化点検知、可視化
Keywords: Observation data by AMeDAS, 3D convolutional neural network, Change point detection, Visualization

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

富士川周辺地域における素因と誘因を考慮した機械学習による土砂災害危険度推定

Estimation of sediment disaster risk around the Fuji River Basin using a machine learning method that considers trigger and inherent factors

*相馬 一義[1]、黒田 晴[2]、倉上 健[2]、宮本 崇[1]
*Kazuyoshi Souma[1], Sei Kuroda[2], Takeru Kurakami[2], Takashi Miyamoto[1]

1. 山梨大学大学院総合研究部、2. 山梨大学大学院医工農学総合教育部
1. Interdisciplinary Graduate School, University of Yamanashi, 2. Integrated Graduate School of Medicine, Engineering, and Agricultural Sciences

静岡県・山梨県・長野県を流れる富士川流域には急峻な山地や糸魚川・静岡構造線が含まれ，ひとたび大雨が発生すると土砂災害により多くの被害が発生しうる．それに対するソフトウェア対策として，気象庁と県が連携して「土砂災害警戒情報システム」を運用している．しかし現業の土砂災害警戒情報システムでは，誘因（直接災害をもたらす動的な発生要因）については気象レーダーに基づく詳細な降雨情報を導入している一方，素因（災害の発生・拡大に関する潜在的な環境要因）である地形・地質情報を直接的に考慮することができない．土砂災害ソフトウェア対策の信頼性を向上し迅速な避難につなげるためには，素因と誘因の両方を考慮した土砂災害危険度推定手法を開発し，より実情を反映した警戒情報を提供する必要がある．

以上を踏まえて本研究では、機械学習手法であるニューラルネットワークとk-means法を用いて，富士川周辺地域（山梨県及び静岡県）における素因と誘因を考慮した土砂災害危険度推定手法を構築する．危険度推定の対象とするのは現業の土砂災害警戒情報システムと同様に表層崩壊（土石流と大規模な崖崩れ）である．

本研究では手法の学習及び検証において，山梨・静岡両県で多くの土砂災害をもたらした2001年台風15号（9月21日）と台風12号（9月2～4日）の事例をそれぞれ用いた．本研究では土砂災害の素因情報を得るために国土数値情報の標高・傾斜度3次メッシュ，土地利用3次メッシュ，土地分類メッシュ（表層地質）を用い，山梨・静岡両県について空間解像度約1kmのデータを抽出した．誘因情報としては，気象庁が提供する全国合成レーダーGPV（空間解像度約1km）より前60分雨量データを抽出した．また，全国合成レーダーGPVを3段タンクモデル（土砂災害警戒情報システムと同様）に入力して土壌雨量指数を算出し，併せて使用した．教師データについては，山梨県・静岡県から提供された災害報告を基に土砂災害発生の有無（土砂災害の発生なし：0，発生あり：1）について空間解像度約1kmのデータを作成した．

本研究ではまずニューラルネットワークのみを用いて，誘因（2要素）と素因（30要素）を入力とし，0（土砂災害の危険低）～1（土砂災害の危険大）の値を出力する2クラス識別問題として手法を構築した．学習過程について誤差（損失関数）の推移を検討したが，学習を進めても誤差が減少せず，ニューラルネットワークの出力分布については全地域について0に近い値となり，意図したとおりに学習が進まなかった．これは、大量の土砂災害なし（0）のデータを教師データとして与えた結果，出力値を0に近い数値にするように学習が行われたことが原因と考えられる．また，入力データに対してアンダーサンプリングを適用したところ，誤差は顕著に減少せず，ニューラルネットワーク出力分布については、全地域で1に近い値となり，やはり意図したとおりに学習が進まない結果となった．

これらの問題を踏まえ，各1kmメッシュに0～1までの危険度を設定し，それを中間層2層のニューラルネットワークの教師データとして用いる回帰問題として手法を再構築した．各セルの危険度については，k-means法を用いて入力データを40クラスターに分類したうえで，各クラスター内の災害発生セル割合に基づき設定した．さらにk-means法によるクラスター分類の際に素因と誘因の重みづけを対等にするため

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

に，入力データを誘因2項目（前60分積算降水量，土壌雨量指数）と素因2項目（斜面勾配，断層の有無）とした．その結果，学習過程（2011年9月21日15時のデータを使用）ではepoch数が進むにつれて誤差が減少し，ニューラルネットワーク出力分布では実際に土石流が発生した地点において高い値が出力され，意図したとおりに学習が進むようになった．また，検証過程（2011年9月3日11時のデータを使用）においてもepoch数が進むにつれて一旦誤差が上昇するがその後徐々に減少し，若干過学習傾向にあるが検証用データに対してもネットワーク適用可能と考えられた．また，検証用データを入力したニューラルネットワーク出力分布では，実際に土石流が発生した地点で高い値を示した．

このことから，本研究で構築した手法を改良していくことで，その出力分布を土砂災害危険度として活用できる可能性が示唆された．また，手法構築に当たっては入力データの十分な選別，適切な問題設定，誘因と素因の重みづけを揃えることが重要であることが示唆された．本研究では特定の土砂災害発生事例を用いて学習と検証を行ったが，今後は学習過程により多くの事例を用いるよう改良を行う必要がある．

キーワード：土砂災害、ニューラルネットワーク、クラスター分類、素因、誘因
Keywords: Sediment disasters, Neural network, Clustering, Inherent factors, Trigger factors

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

短期気象予測における降水量ガイダンスへの深層学習の活用に関する検討
Application of deep learning techniques to precipitation guidance in short-term weather predictions

*倉上 健[1]、相馬 一義[1]、宮本 崇[1]、古屋 貴彦[1]、馬籠 純[1]、石平 博[1]
*TAKERU KURAKAMI[1], Kazuyoshi Souma[1], Takashi Miyamoto[1], Takahiko Huruya[1], Jun Magome[1], Hiroshi Ishidaira[1]

1. 山梨大学
1. University of Yamanashi

１．はじめに

数値気象モデルは数時間から1日程度の降水短期予測においては非常に有効であり，近年精力的に改良がなされている．しかし，どれほど精緻な数値気象モデルを用いても降水量の予測誤差を完全になくすことはできず，気象庁ではガイダンスと呼ばれる機械学習手法により数値気象モデルの出力を補完して予報に活用している．しかし，近年ビッグデータ処理等の分野で発展の目覚ましい深層学習の技術はいまだガイダンスに活用できていない．ガイダンスに深層学習の技術を導入することで，これまで活用しきれなかった膨大な数値気象モデル出力をより有効に活用した降水短期予測ができる可能性がある．そこで本研究では深層学習を用いて数値気象モデル出力を補正し，降水量を予測する降水量ガイダンス手法を構築する．

２．手法

本研究では深層学習モデルとして，畳み込みニューラルネットワークを用いる．畳み込みニューラルネットワークは人間の視神経を模して，パターンを認識するフィルタとして機能する畳み込み層と，パターンの空間的なずれを吸収する役割を持つプーリング層を組み合わせて構成される．

本研究では畳み込みニューラルネットワークに加えてデータ拡張及びデータ選別を取り入れた深層学習モデルを構築した．

データ拡張については，1組の訓練データ（160×160メッシュ）から40×40メッシュのウィンドウを8メッシュずつずらしてデータを切り出し，256組の訓練データを生成した．データ選別については，40×40メッシュのウィンドウ内で0.1mmの降水が見られるメッシュが，予報実験結果・観測値ともに3割を超える組のみを訓練に用いた．

本研究で設定する問題は連続的な入力データ（数値気象モデルによって予測された変数）を連続的な出力データ（気象庁解析雨量による降水量分布観測値）へ変換する回帰問題に分類されるため，損失関数としては二乗誤差和を用いる．また，本研究では出力層の活性化関数として0以下の値を0とみなすことができるRectified Linear Unit （ReLU：正規化線形関数）を採用する．

本研究では詳細な都市活動を考慮した気象シミュレーションが可能な数値気象モデルCReSiBUC (雲解像モデルCReSSと陸面過程モデルSiBUCを結合したモデル) による降水短期予測実験結果を用いる．深層学習モデルの入力データとしては，降水短期予測実験結果（2001年8月1日から2001年8月31日までの1時間ごと，空間解像度2kmで京阪神地方を中心とする160×160メッシュ）の内，地上鉛直風速出力を用いる．

本研究では深層学習モデルを用いた数値気象モデルの出力補正を行うため，深層学習モデルの出力は入力データと同時刻・同一メッシュにおける降水量分布とする．深層学習モデルの訓練に際しては，同時刻・同一メッシュに最近隣法を用いて内挿した気象庁解析雨量に基づく観測値を目標出力として使用する．

３．結果

深層学習モデルを構築し学習を行ったところ，学習過程ではエポックが進むにつれて二乗誤差和が減少し，効率よく学習が進んでいることがわかった．次に，構築した深層学習モデルへ検証用データを入力し，深層学習モデルによる補正前後の降水量2次元分布について，気象庁解析雨量と比較した．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

まず，台風11号に伴う降水が見られた2001年8月21日1時に関して検討したところ，深層学習モデルによって補正された降水量分布が観測値に近づくことがわかった．次に上空の寒気の影響による局地的な降水が見られた2001年8月6日14時について検討したところ，深層学習モデルにより降水量が平滑化される傾向があり，降水域の位置ずれを補正しきれていないことがわかった．

４．結論

本研究では，深層学習を用いて数値気象モデル出力を補正し，降水量を予測する降水量ガイダンス手法を構築した．気象庁解析雨量との比較により，空間スケールの大きな降水の事例では深層学習導入の有効性が示唆された．しかしながら局地的な降水の事例では降水域の位置ずれを補正しきれておらず，さらなる改良が必要と考えられる．

キーワード：短期気象予測、機械学習、深層学習、数値気象モデル、降水量ガイダンス
Keywords: Short-term weather prediction, Machine learning, Deep learning, Numerical prediction model, Precipitation guidance

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

降水イベントの発生数比率にみる日本の降水の空間分布特性
Characteristics of precipitation in Japan evaluated from the ratio of precipitation events

*荻野 健太[1]、冨田 智彦[1]、松本 直樹[1]
*Kenta Ogino[1], Tomohiko Tomita[1], Naoki Matsumoto[1]

1. 熊本大学
1. Kumamoto University

本研究は,全国 47 地点における降水イベントの時間変化パターンとその発生数比率から,日本における降水の空間分布特性を定量的に評価する。まず 47 地点それぞれでの降水イベントの時間変化パターンに着目したウォード法に基づく階層型クラスタリングにより,降水イベントの分類を行う。本研究における降水イベントは次のように定義される。(1)降水イベントの総降水量は 0.5 mm 以上。(2)降り始めは 0 mm・h $^{-1}$とする。(3)降水イベント長は,最長 72 時間とする。(4)0 mm・h $^{-1}$が 2 時間続いた場合,以後の時間降水量には 0 mm・h $^{-1}$を挿入する。この定義をもとに, 47 地点で発生した 1978 年から 2018 年の 41年間の降水イベントを抽出する。次に,日本における降水の空間分布特性を定量的に評価するために,5~10 月の暖候期と 11~12 月・1~4 月の寒候期とに分け調査を行う。

結果は,まず北海道・東北・北陸・山陰・鹿児島以南で年降水イベント数が全国平均より多いことを示す。次にクラスタリングにより分類された 3 クラスタ,短時間少降水イベントと長時間降水イベント,地点ごとに異なる時間変化パターンを示す降水イベントについてそれぞれの発生数比率を暖候期と寒候期に分けて調査する。暖候期においては,全地点で短時間少降水イベントの発生数が暖候期全発生数の 60 %以上を占める。一方,長時間降水イベントの発生数比率は全地点で暖候期全発生数の 10 %未満である。さらに,寒候期においても短時間少降水イベントの発生数は全地点で寒候期全発生数の 60 %以上を占める。また,長時間降水イベントの発生数は全地点で寒候期全発生数の 15 %未満である。 以上より,降水イベントの発生数比率にみる日本における降水の空間分布特性は,(1)冬雨型・短時間少降水地域,(2)夏雨型・短時間少降水地域地域,(3)冬雨型・長時間長降水地域,(4)夏雨型・長時間降水地域,(5)通年型地域,に 5 分割されることが示される。

キーワード：降水イベント、降水の時間変化パターン、日本における降水の空間分布特性、階層型クラスタリング
Keywords: precipitation events, time variation patterns of precipitation, precipitation characteristics in Japan, hierarchical clustering

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_13

[A-CG36] 地球環境科学と人工知能

コンビーナ:冨田 智彦(熊本大学大学院 先端科学研究部)、福井 健一(大阪大学)、松岡 大祐(海洋研究開発機構)、小野 智司(鹿児島大学)

近年、Society 5.0そして持続可能な開発目標（SDGs）の達成に向けて、気象学・海洋学・水文学などの地球環境科学を導く地点観測データ、地上レーダデータ、衛星観測、海洋観測、そして全球客観解析データなど多岐にわたる地球環境データの利活用が期待されています。しかし、現状これらの大量に蓄積されているビッグデータは十分に活用されているとは言えず、多くのデータが誰にも解析されず眠っているとまで言われています。そこでこのようなビッグデータを取り扱うため、人工知能による時空間データモデリング、予測・検知のための機械学習技術、自動化を含めたデータマイニング技術、等の研究が必要になります。そして地球環境データを横断的に分析し利活用することで、環境問題の解決や地球温暖化への対応が可能になります。さらに人工知能は真理探求の科学研究においても第4のパラダイム（第 1： 観測・実験、第 2： 理論、第 3： シミュレーション、第 4： データ駆動）としてデータと科学の橋渡役となることが期待されます。このような研究を加速するため、地球環境データに人工知能を適用する様々な取り組みについての発表を募集します。

[ACG36-P01] **Automatic Detection of Illegal Waste Sites in UAS Orthoimages**

Wei-De Chen[1]、*Yu-Ching Lin[1]、Hsien-Min Wu[1] (1.Chung Cheng Institute of Technology, Taiwan)

[ACG36-P02] Using machine learning models to predict the benefits of solar power generation in northern Taiwan

*SHIH-CHIAO TSAI[1]、KUO-CHIH HUANG[1]、DUN-REN GUO[1] (1.National Defense Univ.)

[ACG36-P03] 3次元畳み込みニューラルネットワークを用いた気象時系列データにおける変化点の検知と注目範囲の可視化

*小野 智司[1]、前原 宗太朗[1]、木下 貴裕[1]、福井 健一[2]、冨田 智彦[3] (1.鹿児島大学、2.大阪大学、3.熊本大学)

[ACG36-P04] 富士川周辺地域における素因と誘因を考慮した機械学習による土砂災害危険度推定

*相馬 一義[1]、黒田 晴[2]、倉上 健[2]、宮本 崇[1] (1.山梨大学大学院総合研究部、2.山梨大学大学院医工農学総合教育部)

[ACG36-P05] 短期気象予測における降水量ガイダンスへの深層学習の活用に関する検討

*倉上 健[1]、相馬 一義[1]、宮本 崇[1]、古屋 貴彦[1]、馬籠 純[1]、石平 博[1] (1.山梨大学)

[ACG36-P06] 降水イベントの発生数比率にみる日本の降水の空間分布特性

*荻野 健太[1]、冨田 智彦[1]、松本 直樹[1] (1.熊本大学)

Automatic Detection of Illegal Waste Sites in UAS Orthoimages

Wei-De Chen[1], *Yu-Ching Lin[1], Hsien-Min Wu[1]

1. Chung Cheng Institute of Technology, Taiwan

With the force of technological development and growing human population, it is important for the government to understand the rate of land use/land-cover change. Remotely sensed data has been popularly employed for land use monitoring, in order to avoid improper land use or illegal expansion. Over the past decade, medium-resolution satellite images have been exploited to find out where illegal waste disposal sites are in Taiwan. However, acquiring satellite imagery often takes long revisit time. In recent years, Unmanned Aircraft System (UAS) attached with a non-metric camera has become a popular platform for acquisition of aerial images. It is cost-effective for acquiring temporal images over large geographic areas. This study employed a sensfly Ebee drone to acquire aerial images for monitoring land use activity. An orthoimage can be generated using state-of-the-art Structure-from-Motion (SfM) photogrammetry. With the help of object detection technique in artificial intelligence, illegal activity can be rapidly identified in the orthoimages. The Tensorflow Object Detection API was applied. In this study, a faster region-based Convolutional Neural Network (R-CNN) with Resnet-101model was retrained for detecting the location of illegal waste. The results achieved a recall of 86.9% and a precision of 72.2%. This study demonstrated that it is possible for department of land monitoring to know the hot spot of illegal waste sites. Surveillance operations become active and effective. In the future, hard sampling mining method would be investigated to reduce false alarm cases. Also, a faster detection procedure, such as YOU ONLY LOOK ONCE (YOLO) v3 will be further assessed.

Keywords: Object Detection, UAS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Using machine learning models to predict the benefits of solar power generation in northern Taiwan

*SHIH-CHIAO TSAI[1], KUO-CHIH HUANG[1], DUN-REN GUO[1]

1. National Defense Univ.

In recent years, the use and development of solar power has been promoted due to climate change and energy crisis. However, solar power generation is highly dependent on local weather characteristics, since the amount of solar radiation is closely related to the atmospheric transparency, water vapor content, cloud coverage and suspended particulate content. In particular, the problem of air pollution in Taiwan is getting worse, and the aerosol in the atmosphere can reflect, scatter or absorb solar radiation, reducing the amount of solar power generation. Therefore, if we want to increase the proportion of solar power generation, it is important to develop a solar energy forecasting technology that combines environmental parameters. This study utilized meteorological data from the Banqiao, Hsinchu, and Xinwu observatories of the Central Weather Bureau, and PM2.5 observation data from the Longtan Station of the Environmental Protection Administration from July 2013 to June 2018, to analysis the relationship between various environmental factors and solar radiation. Then put the data into the mechanical learning models to obtain the solar radiation prediction value (the first half of the data is used for model training and the second half is used for model testing), and compare with the measured values of solar radiation to find the best performing parameter series and model. The results show that a series of 10 weather parameter used in the decision tree algorithm has better training and test scores on the 8th floor (training score 0.821261, test score 0.674572), and the random forest algorithm has the best training and test performance (training score 0.964738, test score 0.716649).

Keywords: Machine learning, Decision tree, Random forest, Solar radiation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

3次元畳み込みニューラルネットワークを用いた気象時系列データにおける変化点の検知と注目範囲の可視化
Change Point Detection and Visualization of Region of Interests on Weather Time Series Data Using Three-dimensional Convolutional Neural Network

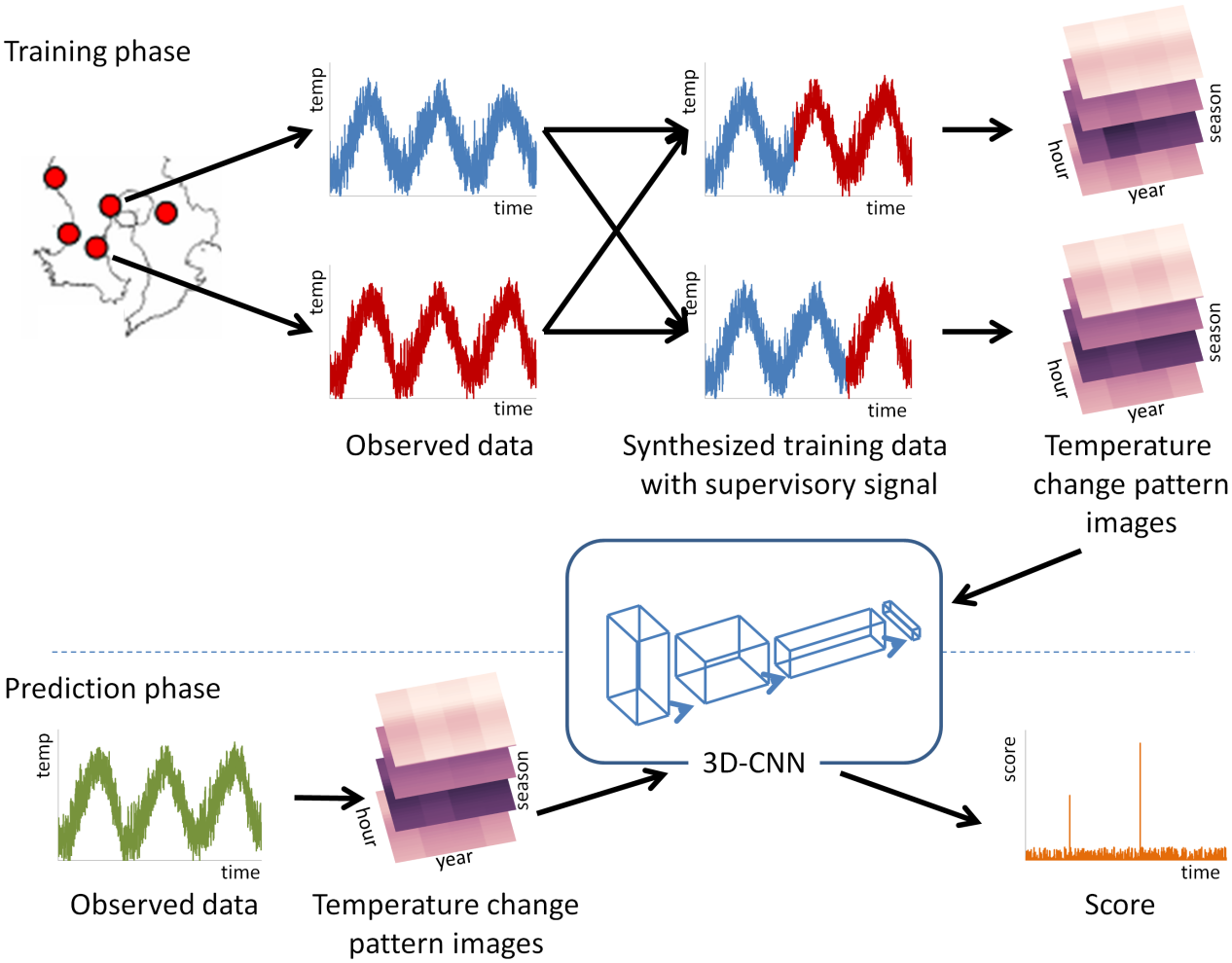
*小野 智司[1]、前原 宗太朗[1]、木下 貴裕[1]、福井 健一[2]、冨田 智彦[3]
*Satoshi Ono[1], Sotaro Maehara[1], Takahiro Kinoshita[1], Ken-ichi Fukui[2], Tomohiko Tomita[3]

1. 鹿児島大学、2. 大阪大学、3. 熊本大学
1. Kagoshima University, 2. Osaka University, 3. Kumamoto University

気象観測データをもとに長期的な自然変動を把握する場合，人工的な変動要因を除外することが必要となる．本研究では，3次元畳み込みニューラルネットワーク（3D Convolutional Neural Network: 3D-CNN）を用いて，観測された気象データに微少なパターンとして表出する人工的な変動要素を検知する方式を提案する．提案方式では，教師信号付き訓練データを合成することで，教師あり学習を可能にする点に特徴がある．本研究では，アメダス（Automated Meteorological Data Acquisition System: AMeDAS）の観測データを対象とした実験を行った．近傍の2拠点で観測された気温変化パターンをある時点で切断し，以降の観測データを交換したデータを用意することで，仮想的な観測拠点の移動を含む訓練データを合成し，3D-CNNの学習を行った．これにより，数十km程度離れた観測拠点から合成した訓練データを用いた場合であっても，数km以下のごく短い距離の観測拠点の変更を検出できることを確認した．また，本研究では，Guided Gradient-Weighted Class Activation Mappingを利用して，変化点検知の際に注目された観測データの範囲を可視化できることを示した．

キーワード：アメダス観測データ、3次元畳み込みニューラルネットワーク、変化点検知、可視化
Keywords: Observation data by AMeDAS, 3D convolutional neural network, Change point detection, Visualization

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

富士川周辺地域における素因と誘因を考慮した機械学習による土砂災害危険度推定

Estimation of sediment disaster risk around the Fuji River Basin using a machine learning method that considers trigger and inherent factors

*相馬 一義[1]、黒田 晴[2]、倉上 健[2]、宮本 崇[1]
*Kazuyoshi Souma[1], Sei Kuroda[2], Takeru Kurakami[2], Takashi Miyamoto[1]

1. 山梨大学大学院総合研究部、2. 山梨大学大学院医工農学総合教育部
1. Interdisciplinary Graduate School, University of Yamanashi, 2. Integrated Graduate School of Medicine, Engineering, and Agricultural Sciences

静岡県・山梨県・長野県を流れる富士川流域には急峻な山地や糸魚川・静岡構造線が含まれ，ひとたび大雨が発生すると土砂災害により多くの被害が発生しうる．それに対するソフトウェア対策として，気象庁と県が連携して「土砂災害警戒情報システム」を運用している．しかし現業の土砂災害警戒情報システムでは，誘因（直接災害をもたらす動的な発生要因）については気象レーダーに基づく詳細な降雨情報を導入している一方，素因（災害の発生・拡大に関する潜在的な環境要因）である地形・地質情報を直接的に考慮することができない．土砂災害ソフトウェア対策の信頼性を向上し迅速な避難につなげるためには，素因と誘因の両方を考慮した土砂災害危険度推定手法を開発し，より実情を反映した警戒情報を提供する必要がある．

以上を踏まえて本研究では、機械学習手法であるニューラルネットワークとk-means法を用いて，富士川周辺地域（山梨県及び静岡県）における素因と誘因を考慮した土砂災害危険度推定手法を構築する．危険度推定の対象とするのは現業の土砂災害警戒情報システムと同様に表層崩壊（土石流と大規模な崖崩れ）である．

本研究では手法の学習及び検証において，山梨・静岡両県で多くの土砂災害をもたらした2001年台風15号（9月21日）と台風12号（9月2～4日）の事例をそれぞれ用いた．本研究では土砂災害の素因情報を得るために国土数値情報の標高・傾斜度3次メッシュ，土地利用3次メッシュ，土地分類メッシュ（表層地質）を用い，山梨・静岡両県について空間解像度約1kmのデータを抽出した．誘因情報としては，気象庁が提供する全国合成レーダーGPV（空間解像度約1km）より前60分雨量データを抽出した．また，全国合成レーダーGPVを3段タンクモデル（土砂災害警戒情報システムと同様）に入力して土壌雨量指数を算出し，併せて使用した．教師データについては，山梨県・静岡県から提供された災害報告を基に土砂災害発生の有無（土砂災害の発生なし：0，発生あり：1）について空間解像度約1kmのデータを作成した．

本研究ではまずニューラルネットワークのみを用いて，誘因（2要素）と素因（30要素）を入力とし，0（土砂災害の危険低）～1（土砂災害の危険大）の値を出力する2クラス識別問題として手法を構築した．学習過程について誤差（損失関数）の推移を検討したが，学習を進めても誤差が減少せず，ニューラルネットワークの出力分布については全地域について0に近い値となり，意図したとおりに学習が進まなかった．これは、大量の土砂災害なし（0）のデータを教師データとして与えた結果，出力値を0に近い数値にするように学習が行われたことが原因と考えられる．また，入力データに対してアンダーサンプリングを適用したところ，誤差は顕著に減少せず，ニューラルネットワーク出力分布については、全地域で1に近い値となり，やはり意図したとおりに学習が進まない結果となった．

これらの問題を踏まえ，各1kmメッシュに0～1までの危険度を設定し，それを中間層2層のニューラルネットワークの教師データとして用いる回帰問題として手法を再構築した．各セルの危険度については，k-means法を用いて入力データを40クラスターに分類したうえで，各クラスター内の災害発生セル割合に基づき設定した．さらにk-means法によるクラスター分類の際に素因と誘因の重みづけを対等にするため

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

に，入力データを誘因2項目（前60分積算降水量，土壌雨量指数）と素因2項目（斜面勾配，断層の有無）とした．その結果，学習過程（2011年9月21日15時のデータを使用）ではepoch数が進むにつれて誤差が減少し，ニューラルネットワーク出力分布では実際に土石流が発生した地点において高い値が出力され，意図したとおりに学習が進むようになった．また，検証過程（2011年9月3日11時のデータを使用）においてもepoch数が進むにつれて一旦誤差が上昇するがその後徐々に減少し，若干過学習傾向にあるが検証用データに対してもネットワーク適用可能と考えられた．また，検証用データを入力したニューラルネットワーク出力分布では，実際に土石流が発生した地点で高い値を示した．

このことから，本研究で構築した手法を改良していくことで，その出力分布を土砂災害危険度として活用できる可能性が示唆された．また，手法構築に当たっては入力データの十分な選別，適切な問題設定，誘因と素因の重みづけを揃えることが重要であることが示唆された．本研究では特定の土砂災害発生事例を用いて学習と検証を行ったが，今後は学習過程により多くの事例を用いるよう改良を行う必要がある．

キーワード：土砂災害、ニューラルネットワーク、クラスター分類、素因、誘因
Keywords: Sediment disasters, Neural network, Clustering, Inherent factors, Trigger factors

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

短期気象予測における降水量ガイダンスへの深層学習の活用に関する検討
Application of deep learning techniques to precipitation guidance in short-term weather predictions

*倉上 健[1]、相馬 一義[1]、宮本 崇[1]、古屋 貴彦[1]、馬籠 純[1]、石平 博[1]
*TAKERU KURAKAMI[1], Kazuyoshi Souma[1], Takashi Miyamoto[1], Takahiko Huruya[1], Jun Magome[1], Hiroshi Ishidaira[1]

1. 山梨大学
1. University of Yamanashi

１．はじめに

数値気象モデルは数時間から1日程度の降水短期予測においては非常に有効であり，近年精力的に改良がなされている．しかし，どれほど精緻な数値気象モデルを用いても降水量の予測誤差を完全になくすことはできず，気象庁ではガイダンスと呼ばれる機械学習手法により数値気象モデルの出力を補完して予報に活用している．しかし，近年ビッグデータ処理等の分野で発展の目覚ましい深層学習の技術はいまだガイダンスに活用できていない．ガイダンスに深層学習の技術を導入することで，これまで活用しきれなかった膨大な数値気象モデル出力をより有効に活用した降水短期予測ができる可能性がある．そこで本研究では深層学習を用いて数値気象モデル出力を補正し，降水量を予測する降水量ガイダンス手法を構築する．

２．手法

本研究では深層学習モデルとして，畳み込みニューラルネットワークを用いる．畳み込みニューラルネットワークは人間の視神経を模して，パターンを認識するフィルタとして機能する畳み込み層と，パターンの空間的なずれを吸収する役割を持つプーリング層を組み合わせて構成される．

本研究では畳み込みニューラルネットワークに加えてデータ拡張及びデータ選別を取り入れた深層学習モデルを構築した．

データ拡張については，1組の訓練データ（160×160メッシュ）から40×40メッシュのウィンドウを8メッシュずつずらしてデータを切り出し，256組の訓練データを生成した．データ選別については，40×40メッシュのウィンドウ内で0.1mmの降水が見られるメッシュが，予報実験結果・観測値ともに3割を超える組のみを訓練に用いた．

本研究で設定する問題は連続的な入力データ（数値気象モデルによって予測された変数）を連続的な出力データ（気象庁解析雨量による降水量分布観測値）へ変換する回帰問題に分類されるため，損失関数としては二乗誤差和を用いる．また，本研究では出力層の活性化関数として0以下の値を0とみなすことができるRectified Linear Unit （ReLU：正規化線形関数）を採用する．

本研究では詳細な都市活動を考慮した気象シミュレーションが可能な数値気象モデルCReSiBUC (雲解像モデルCReSSと陸面過程モデルSiBUCを結合したモデル) による降水短期予測実験結果を用いる．深層学習モデルの入力データとしては，降水短期予測実験結果（2001年8月1日から2001年8月31日までの1時間ごと，空間解像度2kmで京阪神地方を中心とする160×160メッシュ）の内，地上鉛直風速出力を用いる．

本研究では深層学習モデルを用いた数値気象モデルの出力補正を行うため，深層学習モデルの出力は入力データと同時刻・同一メッシュにおける降水量分布とする．深層学習モデルの訓練に際しては，同時刻・同一メッシュに最近隣法を用いて内挿した気象庁解析雨量に基づく観測値を目標出力として使用する．

３．結果

深層学習モデルを構築し学習を行ったところ，学習過程ではエポックが進むにつれて二乗誤差和が減少し，効率よく学習が進んでいることがわかった．次に，構築した深層学習モデルへ検証用データを入力し，深層学習モデルによる補正前後の降水量2次元分布について，気象庁解析雨量と比較した．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

まず，台風11号に伴う降水が見られた2001年8月21日1時に関して検討したところ，深層学習モデルによって補正された降水量分布が観測値に近づくことがわかった．次に上空の寒気の影響による局地的な降水が見られた2001年8月6日14時について検討したところ，深層学習モデルにより降水量が平滑化される傾向があり，降水域の位置ずれを補正しきれていないことがわかった．

４．結論

本研究では，深層学習を用いて数値気象モデル出力を補正し，降水量を予測する降水量ガイダンス手法を構築した．気象庁解析雨量との比較により，空間スケールの大きな降水の事例では深層学習導入の有効性が示唆された．しかしながら局地的な降水の事例では降水域の位置ずれを補正しきれておらず，さらなる改良が必要と考えられる．

キーワード：短期気象予測、機械学習、深層学習、数値気象モデル、降水量ガイダンス
Keywords: Short-term weather prediction, Machine learning, Deep learning, Numerical prediction model, Precipitation guidance

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

降水イベントの発生数比率にみる日本の降水の空間分布特性
Characteristics of precipitation in Japan evaluated from the ratio of precipitation events

*荻野 健太[1]、冨田 智彦[1]、松本 直樹[1]
*Kenta Ogino[1], Tomohiko Tomita[1], Naoki Matsumoto[1]

1. 熊本大学
1. Kumamoto University

本研究は,全国 47 地点における降水イベントの時間変化パターンとその発生数比率から,日本における降水の空間分布特性を定量的に評価する。まず 47 地点それぞれでの降水イベントの時間変化パターンに着目したウォード法に基づく階層型クラスタリングにより,降水イベントの分類を行う。本研究における降水イベントは次のように定義される。(1)降水イベントの総降水量は 0.5 mm 以上。(2)降り始めは 0 mm・h $^{-1}$とする。(3)降水イベント長は,最長 72 時間とする。(4)0 mm・h $^{-1}$が 2 時間続いた場合,以後の時間降水量には 0 mm・h $^{-1}$を挿入する。この定義をもとに, 47 地点で発生した 1978 年から 2018 年の 41年間の降水イベントを抽出する。次に,日本における降水の空間分布特性を定量的に評価するために,5~10 月の暖候期と 11~12 月・1~4 月の寒候期とに分け調査を行う。

結果は,まず北海道・東北・北陸・山陰・鹿児島以南で年降水イベント数が全国平均より多いことを示す。次にクラスタリングにより分類された 3 クラスタ,短時間少降水イベントと長時間降水イベント,地点ごとに異なる時間変化パターンを示す降水イベントについてそれぞれの発生数比率を暖候期と寒候期に分けて調査する。暖候期においては,全地点で短時間少降水イベントの発生数が暖候期全発生数の 60 %以上を占める。一方,長時間降水イベントの発生数比率は全地点で暖候期全発生数の 10 %未満である。さらに,寒候期においても短時間少降水イベントの発生数は全地点で寒候期全発生数の 60 %以上を占める。また,長時間降水イベントの発生数は全地点で寒候期全発生数の 15 %未満である。 以上より,降水イベントの発生数比率にみる日本における降水の空間分布特性は,(1)冬雨型・短時間少降水地域,(2)夏雨型・短時間少降水地域地域,(3)冬雨型・長時間長降水地域,(4)夏雨型・長時間降水地域,(5)通年型地域,に 5 分割されることが示される。

キーワード：降水イベント、降水の時間変化パターン、日本における降水の空間分布特性、階層型クラスタリング
Keywords: precipitation events, time variation patterns of precipitation, precipitation characteristics in Japan, hierarchical clustering

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 9:00 ~ 10:30 | 303 3F

[A-CG37] 北極域の科学

コンビーナ:漢那 直也(北海道大学北極域研究センター)、庭野 匡思(気象研究所)、中村 哲(北海道大学大学院地球環境科学研究院)、鄭 峻介(北海道大学 北極域研究センター)、座長:中村 哲(北海道大学地球環境科学研究院)、鄭 俊介(北海道大学 北極域研究センター)

近年の地球温暖化に伴う気候変動が自然界のフィードバックを介して最も顕著に現れるのが、北極圏およびその周極地域である。特に近年顕著な海氷面積の減少、氷河・永久凍土の融解、水産資源の変化、北極圏とその周辺の異常気象などは、社会的な関心も高く、そのプロセスの理解のために気圏―水圏―陸圏の総合的・学際的な研究が進行中である。2007年から継続している本セッション「北極域の科学」では、北極域の温暖化、水循環、生態系、大気上下結合など、北極域で起こっている諸現象を包括的に探求するとともに、先端研究の最新情報を共有して総合的議論を深めることを目的とする。北極研究を取り巻く現状に鑑み、人文・社会科学分野および学際的分野における研究発表や、ArCS北極域研究推進プロジェクトの成果発表も歓迎する。

9:00 ~ 9:15

[ACG37-01] **Arctic midlatitude linkage modulated by the QBO**

*Jinro Ukita[1]、Kazuhiro Hoshi[1]、Meiji Honda[1]、Tetsu Nakamura[2]、Koji Yamazaki[2] (1.Niigata University、2.Hokkaido University)

9:15 ~ 9:30

[ACG37-02] **北極振動と南極振動とのシンクロ**

*立花 義裕[1]、井上 裕介[1]、小松 謙介[1]、中村 哲[2]、本田 明治[3]、緒方 香都[1,4]、山崎 孝治[2] (1.三重大学、2.北海道大学、3.新潟大学、4.気象庁)

9:30 ~ 9:45

[ACG37-03] Marginal ice zone sea ice observations in the refreezing Chukchi Sea

*野瀬 毅彦[1]、小平 翼[1]、早稲田 卓爾[1]、猪上 淳[2] (1.東京大学、2.国立極地研究所)

9:45 ~ 10:00

[ACG37-04] **東ユーラシアの5つの領域における機械学習を使った森林火災と大気汚染の予測**

*安成 哲平[1,2]、瀧川 一学[3]、Kim Kyu-Myong[4]、da Silva Arlindo[4] (1.北海道大学　大学院工学研究院、2.北海道大学　北極域研究センター、3.北海道大学　大学院情報科学研究科、4.NASA Goddard Space Flight Center)

10:00 ~ 10:15

[ACG37-05] Hydrological Changes in the Four Largest Siberian Arctic River Basins

*鈴木 和良[1]、檜山 哲哉[2]、市井 和仁[3]、飯島 慈裕[4]、松尾 功二[5]、山崎 大[6,1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.名古屋大学宇宙地球環境研究所、3.千葉大学、4.三重大学生物資源学研究科、5.国土地理院、6.東京大学生産技術研究所)

10:15 ~ 10:30

[ACG37-06] LバンドSARによる中央ヤクーチアにおけるサーモカルストに伴う地盤沈下マッピング

*阿部 隆博[1]、岩花 剛[2,3]、田殿 武雄[1] (1.国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター、2.アラスカ大学フェアバンクス校 国際北極圏研究センター、3.北海道大学 北極域研究センター)

Arctic midlatitude linkage modulated by the QBO

*Jinro Ukita[1], Kazuhiro Hoshi[1], Meiji Honda[1], Tetsu Nakamura[2], Koji Yamazaki[2]

1. Niigata University, 2. Hokkaido University

We examined an observed relationship between the BKS sea ice variability and the midlatitudes cold anomaly and found that this relationship is highly dependent on the QBO phase, easerly (QBO-E) or westerly (QBO-W). For the QBO-E winters midlatitude cold (warm) anomalies appear significantly under the low (high) sea ice condition. On the other hand, such a relationship is not found in the QBO-W winters. This dependence is a robust feature. Atmospheric circulation anomalies related to the high and low sea ice conditions are also different between the two QBO phases. In the troposphere, stationary Rossby wave propagation from the BKS region and the negative NAO appear in QBO-E, along with weakened stratospheric polar vortex and downward propagation of the signals. For QBO-W, such tropospheric and stratospheric signals are mainly absent. Our results may provide an explanation for why some simulations suggest the presence of Arctic sea ice impacts on midlatitude surface temperature while others do not. The most important implication is that in the Arctic-midlatitudes climate linkage tropics also plays a key role.

Keywords: Arctic, QBO, sea ice, stratosphere, polar vortex

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北極振動と南極振動とのシンクロ
Interhemispheric synchronization between the AO and the AAO

*立花 義裕[1]、井上 裕介[1]、小松 謙介[1]、中村 哲[2]、本田 明治[3]、緒方 香都[1,4]、山崎 孝治[2]
*Yoshihiro Tachibana[1], Yusuke Inoue[1], Kensuke K komatsu[1], Tetsu Nakamura[2], Meiji Honda[3], Koto Ogata[1,4], Koji Yamazaki[2]

1. 三重大学、2. 北海道大学、3. 新潟大学、4. 気象庁
1. Mie University, 2. Hokkaido University, 3. Niigata University, 4. Japan Meteorological Agency

１．研究の動機

北極振動と南極振動が同期して変動[TN1] していることを示した論文(Tachibana et al., Interhemispheric synchronization between the AO and the AAO, ***GRL,*** 45, DOI:10.1029/2018GL081002, 2018)について発表する．

北極振動は北半球で最も卓越する変動で,日本などの北半球の広い範囲の異常気象に影響する．例えば，当時における観測史上最高の猛暑となった2010年猛暑と北極振動の関係を示した研究(Otomi, Tachibana, Nakamura, 2012, ***Climate Dynamics***)．また,北極海氷減少と北半球の厳冬傾向が北極振動と関係する研究(Nakamura Yamazaki Honda et al., 2015, ***JGR***)．よって,北極振動の予測は経済社会的な観点からも危急の課題である．一方,南半球には南極振動があり,これはオゾンホールと強い関連があり,地球環境にきわめて重要である．北極と南極は地理学的に互い最も遠くに位置していることから，北極振動と南極振動の共変の存在を調べた研究は無かった．

しかしながら両者の関連性を示唆する研究がいくつか存在する．例えば，『北極振動がエルニーニョに影響が及ぼしている』ことを見いだした研究(Nakamura, Tachibana, Honda et al., 2006, ***GRL***, Oshika, Tachibana Nakamura, 2014, ***Climate Dynamics***, Nakamura Tachibana et al., 2015, ***Climate Dynamics***)．これは北極域のシグナルが遙か赤道域へ到達していることを示している．Guan and Yamagata (2001), Lu et al. (2008), and Guan et al. (2010)は，北半球と南半球の地上気圧はシーソーの関係があることを見いだした．Eguchi and Kodera (2007)やKodera (2011)は両半球で発生する成層圏突然昇温(SSW)は熱帯の対流活動に影響を及ぼすことを見いだした．

これらの研究の深化として，「北極振動と南極振動はシンクロしているのではないか？」という着想となった．つまり,「極の影響が赤道に及ぶのならば,影響された赤道の変動を通して,若しくは赤道を通り越して,他方の極にまで至ることがあるのではないか」という発想である．

北極振動と南極振動のシンクロが立証されれば, 北半球の異常気象を予知するためには南半球大気変動を知る必要があることなど，従来の常識を覆すものとなろう．

2．結果

JRA55再解析を用いた解析を行った．図１に示すように，2月と10月に有意な正相関が見られ，お互いシンクロしている．このシンクロと熱帯SSTとの関係はほぼ無かったことと，SSTを気候値に固定したAGCMでもシンクロが見られたことにより，SST駆動では無い．我々は，片方の極で発生するSSWに伴う成層圏子午面循環が，熱帯の対流活動の強弱を介し，それがさらに反対の極へ遠隔的に影響を及ぼすプロセスがシンクロの原因の一つの候補と考える．詳細はTachibana et al., (2018, ***GRL***)をご覧いただきたい．

図１の説明：北極振動指数と南極振動指数の時系列．北極（南極）振動指数は，北緯（南緯）４０度と６５度の東西平均SLPの差で定義した．

３．参考文献

Tachibana, Y., Y. Inoue, K. K. Komatsu, T. Nakamura, M. Honda, K. Ogata, and K. Yamazaki (2018), Interhemispheric synchronization between the AO and the AAO, ***Geophysical Research Letters,*** 45

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

,13477-13484, DOI:10.1029/2018GL081002

Nakamura, T., Tachibana, Y., Honda, M., & Yamane, S. (2006). Influence of the Northern Hemisphere annular mode on ENSO by modulating westerly wind bursts. ***Geophysical Research Letters***, **33**, L07709. https://doi.org/10.1029/2005GL025432

Nakamura, T., Tachibana, Y., & Shimoda, H. (2007). Importance of cold and dry surges in substantiating the NAM and ENSO relationship.***Geophysical Research Letters***, **34**, L22703. https://doi.org/10.1029/2007GL031220

Oshika, M., Tachibana, Y., & Nakamura, T. (2014). Impact of the winter North Atlantic Oscillation (NAO) on the Western Pacific (WP) pattern in the following winter through Arctic Sea ice and ENSO: Part I—Observational evidence. ***Climate Dynamics***, **45**(5-6), 1355–1366. https://doi.org/10.1007/s00382-014-2384-1

Nakamura, T., Oshika, M., Hara, M., & Tachibana, Y. (2015). Impact of the winter North Atlantic Oscillation (NAO) on the Western Pacific (WP) pattern in the following winter through Arctic sea ice and ENSO. Part II: Multi-model evaluation of the NAO-ENSO linkage. ***Climate Dynamics***, **45**(11-12), 3547–3562. https://doi.org/10.1007/s00382-015-2556-7

Eguchi, N., & Kodera, K. (2007). Impact of the 2002, southern hemisphere, stratospheric warming on the tropical cirrus clouds and convective activity. ***Geophysical Research Letters***, **34**, L05819. https://doi.org/10.1029/2006GL028744

Kodera, K., Eguchi, N., Lee, J. N., Kuroda, Y., & Yukimoto, S. (2011). Sudden change in the tropical straospheric and tropopshperic circulation during January 2009. ***Journal of the Meteorological Society of Japan***, **89**(3), 283–290. https://doi.org/10.2151/jmsj.2011-3

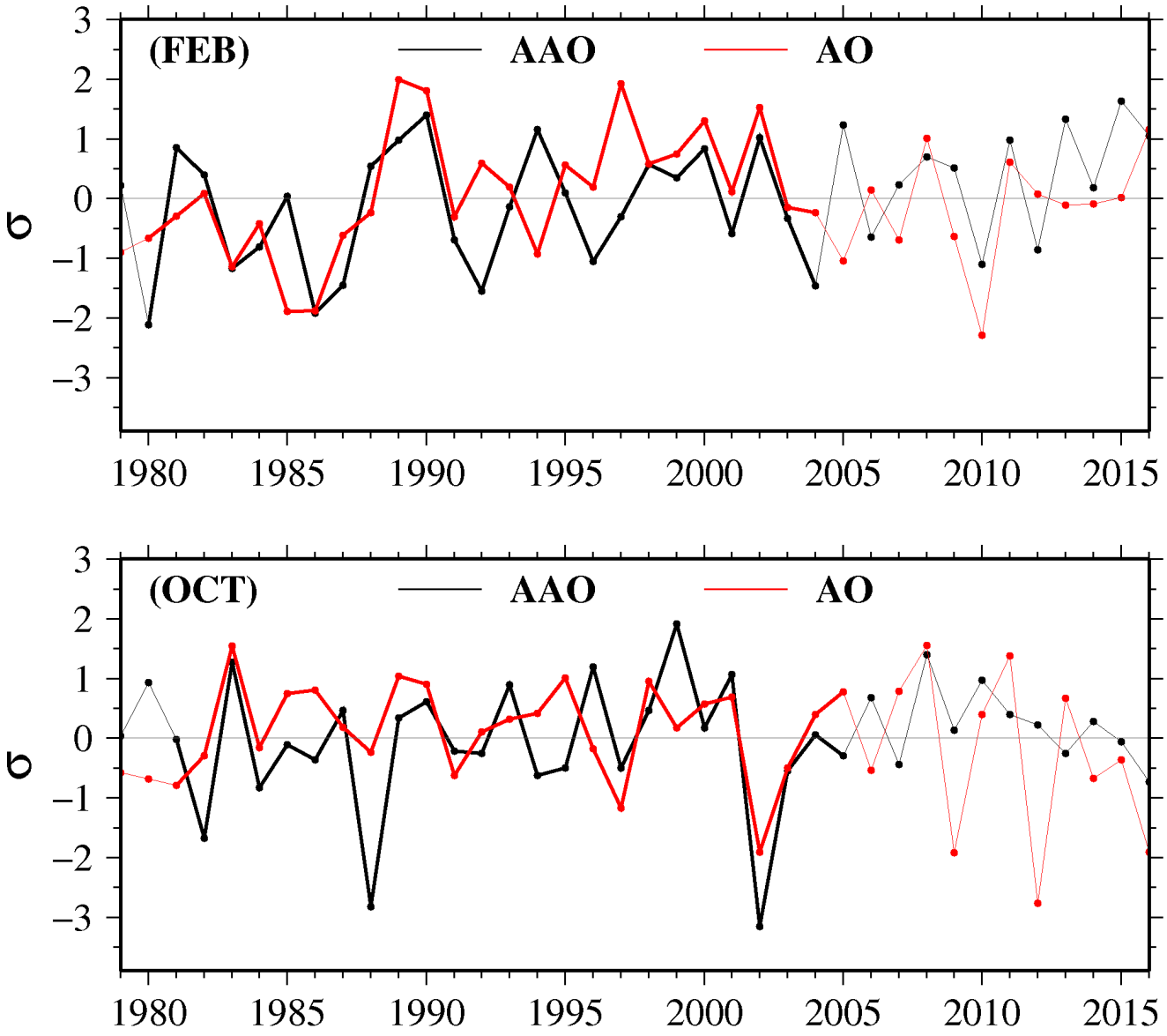
Guan, Z., & Yamagata, T. (2001). Interhemispheric oscillations in the surface air pressure field. ***Geophysical Research Letters***, **28**, 263–266. https://doi.org/10.1029/2000GL011563

Guan, Z., Lu, C. H., Mei, S. L., & Cong, J. (2010). Seasonality of interannual inter-hemispheric oscillations over the past five decades. ***Advances in Atmospheric Sciences***, **27**(5), 1043–1050. https://doi.org/10.1007/s00376-009-9126-z

Lu, C., Guan, Z., Mei, S., & Yujing, Q. (2008). The seasonal cycle of interhemispheric oscillations in mass field of the global atmosphere. ***Chinese Science Bulletin***, **53**(20), 3226–3234. https://doi.org/10.1007/s11434-008-0316-3

キーワード：成層圏子午面循環、両極突然昇温、大気大循環モデル
Keywords: Arctic Oscillation, Antarctic Oscillation, sudden stratospheric warming

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Marginal ice zone sea ice observations in the refreezing Chukchi Sea

*野瀬 毅彦[1]、小平 翼[1]、早稲田 卓爾[1]、猪上 淳[2]
*Takehiko Nose[1], Tsubasa Kodaira[1], Takuji Waseda[1], Jun Inoue[2]

1. 東京大学、2. 国立極地研究所
1. The university of Tokyo, 2. National Institute of Polar Research

Regions in the Arctic Ocean that were inaccessible in November are now open for navigation, even for non-icebreakers, and R/V Mirai, a Polar Class 6 vessel, carried out a late autumn voyage in 2018. It conducted a 12-day sea ice observation campaign during the 9th–20th of November along a fixed Marginal Ice Zone (MIZ) transect in the eastern Chukchi Sea and obtained first-hand observations at a time when research vessels are rarely in the sea. Satellite sea ice data were compared with the shipboard observations and compared relatively well. A sequence of events to describe the observations are grouped and described in four phases: 9th–13th, “Sea ice growth under relatively calm wind conditions”; 14th–16th, “the on-ice wave event, sea ice break up, and subsequent sea ice advance”; 17th–18th, “sea ice retreat or a mass shift under moderate easterly winds”; and 19th–20th, “warming sea surface temperature (SST) under strengthening cold off-ice winds and air temperatures below -10 ˚C”. Shipboard and ERA5 reanalysis data were analysed to identify physical processes that affect the Chukchi Sea refreezing process. Sea ice conditions during the first two phases appear to be influenced primarily by surface winds whereas the analysis suggests a driver of sea ice conditions in the latter phases were due to ocean interior processes. The MIZ transect waters became heavily ice covered within five days after R/V Mirai began its return voyage, so the observation period covered most of the refreezing process along the transect water.

キーワード：みらい、チュクチ海、海氷域
Keywords: R/V Mirai, Marginal Ice Zone, sea ice, refreezing ocean, the Chukchi Sea

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東ユーラシアの5つの領域における機械学習を使った森林火災と大気汚染の予測

Prediction of wildfire and air pollution with machine learning over the five domains of Eastern Eurasia

*安成 哲平[1,2]、瀧川 一学[3]、Kim Kyu-Myong[4]、da Silva Arlindo[4]
*Teppei J Yasunari[1,2], Ichigaku Takigawa[3], Kyu-Myong Kim[4], Arlindo M da Silva[4]

1. 北海道大学　大学院工学研究院、2. 北海道大学　北極域研究センター、3. 北海道大学　大学院情報科学研究科、4. NASA Goddard Space Flight Center
1. Faculty of Engineering, Hokkaido University, 2. Arctic Research Center, Hokkaido University, 3. Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University, 4. NASA Goddard Space Flight Center

Under the ongoing global warming, necessity of better forecasting on wildfires and its air pollutions is increasing. In the last year, we carried out a preliminary wildfire prediction using the areal-averaged monthly mean data over a large Siberian domain (Yasunari et al., 2018, presented at AGU Fall Meeting 2018: http://bit.ly/2PG1bmK). Here we extend our previous analysis of machine learning and prediction into the five separated domains over the Arctic and sub-Arctic regions over Eastern Eurasia including Siberia, East Asia, Far East, etc. We use the same monthly mean dataset during 2003-2017 as we did in the last year above (i.e., NASA’s FEER fire data, MODIS Snow Cover Fraction, SCF, Modern-Era Retrospective analysis for Research and Applications, Version 2, MERRA-2). The time periods of 2003–2014 and 2015–2017 focus on learning and prediction. Areal averaged data for objective (i.e., wildfire and air pollution variables) and explanatory variables (i.e., snow, temperature, wind, surface soil wetness, precipitation, geopotential height, etc.) over the defined five domains over Eastern Eurasia (Domain 1: 57°–70°N, 60°–90°E; Domain 2: 57°–70°N, 90°–140°E; Domain 3: 60°–70°N, 140°–180°E; Domain 4: 42.5°–57°N, 60°–90°E; Domain 5: 42.5°–57°N, 90°–140°E) are calculated, together with producing monthly time-lagged data for explanatory variables up to six months (i.e., total 174-month data available during 2003 and 2017). In addition, we made different areal-averaged fire pixel count data in which some smaller fires were removed with defined thresholds to remove expected human-made fires such as bonfires (i.e., assumed natural fire cases). If the areal-averaged fire data under the thresholds on a specific month showed no fire, we replaced that data to zero (i.e., used for our analyses but treated as zero fire data on that month).
Using Random Forest Regression, for example, in the machine learning, except for Domain 5, all the fire-included case showed the worse prediction score than those of the assumed natural fire cases. This implies that smaller fire cases, which were likely ignited by human activities or others, would be one of the causes for making wildfire predictions worse. However, over Domain 5, all the fire-included case showed the best probably because the assumed natural fire case was probably affected by the unusual large-scale wildfire events (i.e., outliers). These significantly large-scale wildfire cases also likely to make predictions worse because of not enough such cases existing in the training data (i.e., not frequent). In addition, these outliers might happen under unusual climatic and environmental conditions. How to include more large-scale fire cases in training data would be one of the important future targets on wildfire prediction with machine learning. On the day of the presentation, we’ll also show the results for air pollution prediction.

キーワード：北極、森林火災、大気汚染、PM2.5、機械学習、シベリア

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Arctic, wildfire, air pollution, PM2.5, machine learning, Siberia

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Hydrological Changes in the Four Largest Siberian Arctic River Basins

*鈴木 和良[1]、檜山 哲哉[2]、市井 和仁[3]、飯島 慈裕[4]、松尾 功二[5]、山崎 大[6,1]
*Kazuyoshi Suzuki[1], Tetsuya Hiyama[2], Kazuhito Ichii[3], Yoshihiro Iijima[4], Koji Matsuo[5], Dai Yamazaki[6,1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、3. 千葉大学、4. 三重大学生物資源学研究科、5. 国土地理院、6. 東京大学生産技術研究所
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 3. Chiba University, 4. Graduate School of Bioresources, Mie University, 5. Geospatial Information Authority of Japan, 6. Institute of Industrial Sciences, The University of Tokyo

The Arctic freshwater budget affects global climate and is critical for understanding the climate in polar regions. However, the hydrology of the largest Eurasian Arctic rivers is still not understood well. In this paper, we analyze spatiotemporal variations in hydro-climatological factors related to four of the largest Siberian Arctic river basins (Ob, Yenisey, Lena, and Kolyma). To examine recent hydro-climatological changes in these river basins, we utilize monthly observation-based gridded meteorological and evapotranspiration data, Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)-based products such as the snow area fraction (SAF) and normalized vegetation index (NDVI), global land data assimilation system products, and Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE) data from 2000 to 2016. Combining these with river runoff data, we identify how river runoff shifted from June to May during the study period. River runoff in May significantly increased although there was no clear trend in annual discharge. In addition, SAF decreased drastically in April and this is evidence that spring snow coverage in Siberian basins is shrinking and snowmelt is shifting toward earlier. On the other hand, we found the positive trend in summer NDVI. Focusing on permafrost distribution, this paper will discuss the correlation in the temporal lag between the water cycle and vegetation activity.

キーワード：積雪、植生、永久凍土
Keywords: Snow, Vegetation, Premafrost

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

LバンドSARによる中央ヤクーチアにおけるサーモカルストに伴う地盤沈下マッピング

Mapping thermokarst subsidence in Central Yakutia using L-band SAR interferometry

*阿部 隆博[1]、岩花 剛[2,3]、田殿 武雄[1]
*Takahiro Abe[1], Go Iwahana[2,3], Takeo Tadono[1]

1. 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター、2. アラスカ大学フェアバンクス校 国際北極圏研究センター、3. 北海道大学 北極域研究センター
1. Earth Observation Research Center, Japan Aerospace Exploration Agency, 2. International Arctic Research Center, University of Alaska, Fairbanks, 3. Arctic Research Center, Hokkaido University

Thermokarst is an irreversible phenomenon with geomorphological change, resulted from the thawing of ice-rich permafrost or the melting of massive ice. The formation of large depressions in the ground surface by thermokarst processes results in surface inundation, and causes damages on infrastructure. Central Yakutia in Eastern Siberia is one of the regions where ice-rich permafrost is broadly distributed. The remarkable surface subsidence due to thermokarst has been observed in recent years, which could cause destruction of building and infrastructure in this area (Shiklomanov et al., 2017; Hjort et al., 2018). The thermokarst settlement are frequently observed in continuous permafrost zones in arctic regions, especially in Alaska and the Northeastern Siberia. However, it is so difficult to know where and how surface deforms in vast permafrost zones.

Remote sensing technique, especially Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR), has a great potential to monitor the thermokarst subsidence, and seasonal permafrost melting and heaving. SAR sends microwave toward ground, and receive the reflected and scatter signals under all-weather and day-and-night condition without any instrument on ground. Thus, InSAR can provide essential information to understand thawing process of ice-rich permafrost and to predict the future stage over arctic permafrost region. Many studies about permafrost dynamics using SAR images have been reported so far (e.g., Liu et al., 2010; Iwahana et al., 2016; Antonova et al., 2018; Strozzi et al., 2018), but there is no study using SAR in Central Yakutia.

In this study, we used ALOS/PALSAR (2007-2010) and ALOS-2/PALSAR-2 (2014-2018) images to examine ground subsidence caused by thermokarst development. GAMMA software was used to generate Single Look Complex data from Lv1.0 data in ALOS/PALSAR and Lv1.1 data in ALOS-2/PALSAR-2. ALOS world DEM derived from ALOS/PRISM was used to simulate and remove topographic effect. We generated many interferograms, selected some of them, and applied stacking procedure weighted on period between two SAR data acquisition time, estimating the mean change rate along line of sight (LOS). Assuming ground displacement is only vertical component, the LOS change was converted to vertical displacement using incidence angle.

At the last JpGU, we reported ground subsidence in Mayya, on the right bank of Rena River, Central Yakutia, derived from ALOS/ALOS-2 InSAR stacking. To validate the InSAR signals, we carried out the ground observation in Mayya at the end of September, 2018. As a result, the subsidence rate of 2-3 cm/yr was obtained at the two measurement points in 2017-2018. The result of ground observation is consistent with that of InSAR result from ALOS-2. We also went to some places where there are

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

subsidence signals in the ALOS-2 results. As a consequence, the two large subsidence signals were found in alasses. Alas is considered as a final geomorphological stage of old thermokarst development. Significant amount of the subsidence may be due to consolidation settlement associated with soil desiccation under recent dry climate conditions. However, judging from new developments of polygonal subsidence in the bottom areas of alasses, ground ice still remains under the alasses, which may cause further thermokarst progress.

Moreover, we extended our target to other cities, Amga, and Churapcha, where thermokarst has been also developing (e.g., Saito et al. 2018). The similar subsidence signals were obtained in the two cities, where it is in area of many polygons. It suggests that the signals be presumably due to thermokarst development.

キーワード：永久凍土、サーモカルスト、合成開口レーダー、干渉SAR、ALOS-2、ALOS
Keywords: Permafrost, Thermokarst, Synthetic Aperture Radar (SAR), SAR Interferometry, ALOS-2, ALOS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | 303 3F

[A-CG37] 北極域の科学

コンビーナ:漢那 直也(北海道大学北極域研究センター)、庭野 匡思(気象研究所)、中村 哲(北海道大学大学院地球環境科学研究院)、鄭 峻介(北海道大学 北極域研究センター)、座長:鄭 俊介(北海道大学 北極域研究センター)、庭野 匡思(気象研究所)

近年の地球温暖化に伴う気候変動が自然界のフィードバックを介して最も顕著に現れるのが、北極圏およびその周極地域である。特に近年顕著な海氷面積の減少、氷河・永久凍土の融解、水産資源の変化、北極圏とその周辺の異常気象などは、社会的な関心も高く、そのプロセスの理解のために気圏―水圏―陸圏の総合的・学際的な研究が進行中である。2007年から継続している本セッション「北極域の科学」では、北極域の温暖化、水循環、生態系、大気上下結合など、北極域で起こっている諸現象を包括的に探求するとともに、先端研究の最新情報を共有して総合的議論を深めることを目的とする。北極研究を取り巻く現状に鑑み、人文・社会科学分野および学際的分野における研究発表や、ArCS北極域研究推進プロジェクトの成果発表も歓迎する。

10:45 ~ 11:00

[ACG37-07] 東シベリア・バタガイ周辺における森林火災に伴う永久凍土の融解沈下と凍上量の時空間変化

*柳谷 一輝[1]、古屋 正人[2] (1.北海道大学大学院理学院、2.北海道大学大学院理学研究院)

11:00 ~ 11:15

[ACG37-08] 近年の気候変動に伴う凍土海岸変動ダイナミクス：西シベリア北極海カラ海の例

*Kioka A.[1,2]、Isaev V.S.[2]、Koshurnikov A.V.[2]、Pogorelov A.[2]、Amangurov R.M.[2]、Podchasov O.[2]、Sergeev D.O.[3]、Buldovich S.N.[2]、Aleksyutina D.M.[4]、Grishakina E.A.[5] (1.インスブルック大学地質学専攻、2.モスクワ大学凍土学専攻、3.ロシア科学アカデミーSergeev環境地球科学研究所、4.モスクワ大学北極域地生態研究センター、5.ロシア科学アカデミーVernadsky地球化学・分析化学研究所)

11:15 ~ 11:30

[ACG37-09] グリーンランド北西部Heilprin氷河の末端位置変動における基盤地形の影響

*浅地 泉[1,2]、榊原 大貴[3]、安藤 卓人[3]、杉山 慎[1] (1.北海道大学低温科学研究所、2.北海道大学大学院環境科学院、3.北海道大学北極域研究センター)

11:30 ~ 11:45

[ACG37-10] グリーンランド北西部カナック氷河における融解水の流出と洪水

*近藤 研[1,2]、榊原 大貴[3,2]、福本 峻吾[1,2]、杉山 慎[2] (1.北海道大学環境科学院、2.北海道大学低温科学研究所、3.北海道大学北極域研究センター)

11:45 ~ 12:00

[ACG37-11] グリーンランド北西部のシオラパルク付近におけるおろし風の出現頻度

*橋本 明弘[1]、山崎 哲秀[2]、青木 輝夫[3,1]、庭野 匡思[1]、山口 悟[4] (1.気象研究所、2.アバンナット北極プロジェクト、3.岡山大学　大学院自然科学研究科、4.防災科学技術研究所　雪氷防災研究センター)

12:00 ~ 12:15

[ACG37-12] Impacts of clouds on the Greenland ice sheet surface melt and mass balance

*庭野 匡思[1]、橋本 明弘[1]、青木 輝夫[2] (1.気象研究所、2.岡山大学大学院自然科学研究科)

東シベリア・バタガイ周辺における森林火災に伴う永久凍土の融解沈下と凍上量の時空間変化

Spatiotemporal variation of thaw subsidence and frost heave of permafrost caused by wildfire around Batagay, East Siberia

*柳谷 一輝[1]、古屋 正人[2]
*Kazuki Yanagiya[1], Masato Furuya[2]

1. 北海道大学大学院理学院、2. 北海道大学大学院理学研究院
1. Graduate School of Science, Hokkiado University, 2. Faculty of Science, Hokkaido University

永久凍土融解による土壌有機炭素の大気中への放出は温暖化に正のフィードバックをもたらし(Shuur et al., 2015)，気候変動予測に必要な陸域炭素収支を推定するためには,従来よりも広域かつ定量的な融解量の観測が求められる．しかし，従来型の現地調査だけで北半球の約 1/4 の陸地面積を占める永久凍土を包括的に観測することは容易でない．また，光学衛星や航空写真による観測は，天候により得られるデータが限られ，地下構造である永久凍土の様態を反映するデータは得られない．この問題に対し，2010 年頃から合成開口レーダー干渉法（InSAR; Interferometric Synthetic Aperture Radar）を用いて地盤変動を観測する先行研究が始められた．ただし，それらの先行研究は現地調査との比較検証がしやすいアラスカ・カナダ・シベリアの一部の地域に限られていた(Liu et al., 2010; Short et al., 2011;Antonova et al., 2018).

本研究が対象とする東シベリアの Batagay(北緯 67 度 39 分，東経 134 度 39 分)の南東部には永久凍土融解に伴う崩落地形が存在する．当初は地盤変動が活発な地域と予想してInSAR による観測を開始したが，Batagay から北西に約 10 kmの丘陵部で 2014 年 7 月に火災が発生し，その跡地で顕著な地盤変動が生じていることを発見した．森林火災による地表面植生の損失は永久凍土の融解を促し，火災後数年~十数年にわたって継続的な融解をもたらす(Yoshikawa et al., 2003)．また，近年の温暖化に伴い森林火災の頻度や規模は北極域で増加していることも踏まえると(Alexander et al., 2018; Gibson et al., 2018; Masrur et al., 2018)，北極圏の森林火災跡地の地盤変動の時空間変化を解明することが重要であると考えた．

本研究では 2014年に発生した森林火災跡地の地盤変動について，L バンド SAR 衛星の ALOS2 と C バンド SAR 衛星の Sentinel-1 のデータを用いて，2014 年から 2018 年の期間で干渉画像を作成し地盤変動を検出した．経年的な変動は波長の長い ALOS2のデータにより解析し，衛星視線方向にして最大10cmの融解沈下が火災後 2-3 年以降において継続していることを明らかにした．また，2017-2018年の季節的変動については，ALOS2 と Sentinel-1 のデータを解析し結果を比較した．季節的な融解・凍上量は非火災跡地と比較して増加しており，2 つの SAR衛星の解析結果間で整合的な変動量を得た．特に時間分解能の高いSentinel−1のデータより，火災跡地における融解-凍結-凍結終了までの詳細な時間変化を明らかにした．InSAR によって得られた地盤変動量から，永久凍土の融解量を推定することが可能となれば，北極域における陸域炭素収支の不確実性を減少させることが期待できる．そのような物理モデルは議論の最中であり(Liu et al., 2014; Hu et al., 2018; Molan et al., 2018)，本研究では Molan et al., (2018)のモデルを本研究地域で検証すると共に，丘陵部である本研究地域で想定される斜面方向の変動を考慮したモデルの発展を試みた．

キーワード：永久凍土、InSAR、ALOS2、Sentinel-1、森林火災、Batagay
Keywords: permafrost, InSAR, ALOS2, Sentinel-1, wildfire, Batagay

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

近年の気候変動に伴う凍土海岸変動ダイナミクス：西シベリア北極海カラ海の例

Influence of recent climate change on permafrost coast dynamics in the Kara Sea, Russian Arctic Ocean

*Kioka A.[1,2]、Isaev V.S.[2]、Koshurnikov A.V.[2]、Pogorelov A.[2]、Amangurov R.M.[2]、Podchasov O.[2]、Sergeev D.O.[3]、Buldovich S.N.[2]、Aleksyutina D.M.[4]、Grishakina E.A.[5]
*A. Kioka[1,2], V. S. Isaev[2], A. V. Koshurnikov[2], A. Pogorelov[2], R. M. Amangurov[2], O. Podchasov[2], D. O. Sergeev[3], S. N. Buldovich[2], D. M. Aleksyutina[4], E. A. Grishakina[5]

1. インスブルック大学地質学専攻、2. モスクワ大学凍土学専攻、3. ロシア科学アカデミーSergeev環境地球科学研究所、4. モスクワ大学北極域地生態研究センター、5. ロシア科学アカデミーVernadsky地球化学・分析化学研究所
1. Institut für Geologie, Leopold-Franzens-Universität Innsbruck, Austria, 2. Department of Geocryology, Lomonosov Moscow State University, Russia, 3. Sergeev Institute of Environmental Geoscience, Russian Academy of Science, Russia, 4. Research Laboratory of Geoecology of the Northern Territories, Lomonosov Moscow State University, Russia, 5. Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry, Russian Academy of Science, Russia

近年の北極域では、温暖化による凍土海岸の後退の加速が知られており、凍土海岸沿いの人々の暮らしやインフラにとって脅威となっている。特に、本研究対象のカラ海（西シベリア）海岸の全長は北極海最長で、全北極海海岸の25%以上を占める。しかしカラ海沿岸は、全北極海沿岸の中で最も報告例が少ないと言われている。実際には、カラ海では半世紀以上にわたり凍土岸の研究が行われてきたが、海氷と永久凍土の両方の影響を受けるカラ海沿岸が、どのように変動してきたかについて理解は依然乏しい。そこで、本研究ではまず、カラ海バイダラ湾沿岸の現地DGPS調査と衛星画像をもとに、2005～2016年における凍土海岸線の変位量を高分解能で観測した。その結果、特に2005～2013年の年間後退量は、ここ50年間で知られているカラ海沿岸の最大年間後退量に匹敵した。次に、観測された凍土海岸の変動を決める主要因を理解するために、土壌温度モニタリング、比抵抗イメージング、気象データ解析を行った。これらの結果、例えば、土壌温度の上昇やそれに伴う永久凍土厚の顕著な減少が確認されたが、これらは凍土岸の変位量の主要因ではないことがわかった。一方で、凍土岸の年間後退量は、海氷がない（Open water）時期に凍土岸が受けた波エネルギーと相関があることがわかった。即ち、海氷がない時期の波浪活動が、凍土海岸の侵食量やそれに伴う海洋への有機炭素フラックスに大きく左右し、凍土海岸沿いのインフラや海洋生態系に影響を及ぼすことを示唆している。なお発表者はArCS若手研究者派遣事業による助成を受けた。

キーワード：凍土海岸、カラ海、海氷、波エネルギー
Keywords: Permafrost coast, Kara Sea, Sea ice, Wind-driven ocean wave

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

グリーンランド北西部Heilprin氷河の末端位置変動における基盤地形の影響

Ice front variations of Heilprin Glacier in northwestern Greenland controlled by the ocean and glacier bed geometries

*浅地 泉[1,2]、榊原 大貴[3]、安藤 卓人[3]、杉山 慎[1]
*Izumi Asaji[1,2], Daiki Sakakibara[3], Takuto Ando[3], Shin Sugiyama[1]

1. 北海道大学低温科学研究所、2. 北海道大学大学院環境科学院、3. 北海道大学北極域研究センター
1. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 2. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, 3. Arctic Research Center, Hokkaido University

The Greenland ice sheet is losing mass under the influence of increasing surface melting and ice discharge from marine-terminating outlet glaciers. Better understanding of mechanisms controlling ice dynamics of marine-terminating glaciers is crucial for predicting future mass loss from the ice sheet. However, processes controlling rapid retreat of the glaciers are not well explained. As many Greenlandic glaciers thinned recent years, ice thickness near the current front position is possibly close to the hydrostatic equilibrium condition. Therefore, we hypothesize that a possible cause of recent rapid retreat of marine-terminating glaciers is surface lowering below the flotation level (ice surface elevation at which buoyancy and gravitational forces balance). Validation of this hypothesis requires detailed ice surface and bed elevation data near the calving front.

In this study, we measured bed topography and surface elevation of Heilprin Glacier in northwestern Greenland. Heilprin Glacier has a 6 km-wide terminus, which is currently separated to three calving fronts. The front position advanced by 800 m from 1990 to 2000, and retreated by 1 km from 2000 to 2009. We measured the ocean bed topography near the one of the calving front situated in the north, using a sonar fixed on a boat from 13 to 15 August, 2018. The surface elevation change from 2001 to 2012 was analyzed by using digital elevation models generated from satellite images acquired by an optical sensor ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) mounted on the Terra satellite. We computed the flotation level from the bed elevation, and compared it with glacier surface elevation before and after the rapid retreat.

Near the studied glacier front, the fjord is deeper in the northern side of the glacier, and the maximum water depth in the region was 340 m. The glacier retreated by 1 km over this deepest area from 1998 to 2008. Analysis of the data showed that the glacier surface near the front in 2000 was 10 m below the flotation level, suggesting significant ice thinning prior to the rapid retreat. It is likely that the retreat of northern front of Heilprin Glacier was driven by thinning and ice flotation at the deepest area of the fjord.

キーワード：グリーンランド、カービング氷河、基盤地形
Keywords: Greenland, Calving glacier, Bed topography

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

グリーンランド北西部カナック氷河における融解水の流出と洪水
Meltwater discharge and flooding of the outlet stream of Qaanaaq Glacier, northwestern Greenland

*近藤 研[1,2]、榊原 大貴[3,2]、福本 峻吾[1,2]、杉山 慎[2]
*Ken Kondo[1,2], Daiki Sakakibara[3,2], Shungo Fukumoto[1,2], Shin Sugiyama[2]

1. 北海道大学環境科学院、2. 北海道大学低温科学研究所、3. 北海道大学北極域研究センター
1. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, 2. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 3. Arctic Research Center, Hokkaido University

Glacial meltwater discharge is increasing in Greenalnd under recent warming climate. As a consequence, floods and damages on infrastructures are reported at outlet streams of land terminating glaciers. For instance, discharge from Qaanaaq Glacier in northwestern Greenland rapidly increased on 21 July 2015 and 2 August 2016, leading to floods of a proglacial stream and destruction of a road between a settlement and Qaanaaq Airport. To better understand the mechanisms of the flood events at Qaanaaq Glacier, we investigated meteorological conditions during the 2015 and 2016 events by using AWS operated on the ice cap at 944 m a.s.l. (SIGMA-B) (Aoki et al., 2014). We performed field measurements in the summer 2017 and 2018 to investigate melting process of Qaanaaq Glacier and the response of the outlet discharge. These data were combined with surface mass balance of Qaanaaq Glacier observed from 2012 to 2018 to analyse the cause of floods in 2015 and 2016.

Surface mass balance was significantly more negative in 2015 and 2016 as compared to the other years. Glacier wide mass balance was −0.76±0.13 m w.e. in 2014/2015 and -0.28±0.7 m w.e. in 2015/2016. Before the floods, daily mean temperature rose above 5 ˚C for 5 days in 2015 and above freezing for almost a month in 2016 at SIGMA-B. Such warm conditions caused intensive melting over the entire glacier, resulting in saturation and disappearance of snowpack from the glacier below 950 m a.s.l. In addition to large exposure of ice surface, heavy rainfall (90 mm d^{-1}) occurred on the date of the flood in 2016. we assume that the exposed ice surface helped immediate runoff of a large amount of rainwater. These analyses suggested the loss of snow cover played a key role in the flood events in 2015 and 2016.

We measured discharge from Qaanaaq Glacier from 21 July to 3 August 2017. Stream discharge rapidly increased on 28 July 2017, leading to a peak value of 8.11 m^3 s^{-1}. From 21 to 28 July, snowline elevation rose from 500 to 650 m a.s.l. after intensive melting. Runoff measured before the peak discharge accounted for only 60 % of the estimated total glacier melt, indicating the rest of meltwater remained in snowpack on the glacier. These data suggested snowpack was saturated with meltwater, and rapidly released water during the period of rapid melting and upglacier snowline migration. Together with data obtained by similar measurements in 2018, we conclude that saturation and disappearance of snowpack are the key to predict rapid increase in stream discharge and flooding.

Reference:
Aoki, T., S. Matoba, J. Uetake, N. Takeuchi, and H. Motoyama (2014), Field activities of the “Snow Impurity and Glacial Microbe effects on abrupt warming in the Arctic” (SIGMA) Project in Greenland in 2011-2013, Bull. Glaciol. Res., 32, 3–20.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：氷河、グリーンランド、表面質量収支、淡水流出
Keywords: Glacier, Greenland, Surface mass balance, Freshwater runoff

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

グリーンランド北西部のシオラパルク付近におけるおろし風の出現頻度
Occurrence frequency of lee-side downslope winds near Siorapaluk in northwest Greenland

*橋本 明弘[1]、山崎 哲秀[2]、青木 輝夫[3,1]、庭野 匡思[1]、山口 悟[4]
*Akihiro Hashimoto[1], Tetsuhide Yamasaki[2], Teruo Aoki[3,1], Masashi Niwano[1], Satoru Yamaguchi[4]

1. 気象研究所、2. アバンナット北極プロジェクト、3. 岡山大学　大学院自然科学研究科、4. 防災科学技術研究所　雪氷防災研究センター
1. Meteorological Research Institute, 2. Avangnaq, 3. The Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University, 4. Snow and Ice Research Center, National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

In early April 2018, Niwano et al. (2018) conducted the scientific traverse expedition “Snow impurity and glacial microbe effect on the abrupt warming in the Arctic (SIGMA) Traverse 2018”. The expedition crews had initially planned to depart Siorapaluk on April 2, 2018. However, their departure was delayed by four days because of strong winds and snow blocking the way. Numerical experiment showed that the strong wind had characteristics of a lee-side downslope wind (Hashimoto et al., 2018). Matoba and Yamasaki (2018) reported a sea ice outflow event and its damage to fishery along the coast of Qaanaaq (50-km southeast of Siorapaluk) in early December 2016, which was the first time experience for residents of Qaanaaq over the last 30 years. They assumed that northeasterly winds of more than 30 ms^{-1}on 6-hour average dispersed sea ice from the coast, based on observation data at Qaanaaq airport.

These strong wind events seriously affected the scientific activity and residents’ living, which motivate the authors to study occurrence characteristics of strong winds in the northwest Greenland. According to observation performed during 2016-2017 and 2017-2018 winter seasons in Siorapaluk, strong winds more than 15 ms^{-1}occur in several times. These winds are always from the north-northeast to the observation point, which means that these winds blow beyond the ridgeline in the north of Siorapaluk. Year-round observation in Qaanaaq shows that strong winds appear also in summer as well as in winter. Some strong wind events are found to occur simultaneously in Siorapaluk and Qaanaaq. Numerical simulations are conducted for the period from May 2017 to April 2018 by using the Japan Meteorological Agency’s non-hydrostatic model (JMA-NHM) with the 1-km horizontal resolution to reveal temporal and spatial distributions of strong winds and mechanisms causing them. Statistical features of strong winds and dynamical connections between synoptic and local wind systems will be presented in the meeting.

References

Matoba, S. and T. Yamasaki, 2018: Sea ice outflow damage to fishery in Qaanaaq, northwestern Greenland in December 2016. −Changes of the livelihood associated with social and environmental changes −. *Snow and Ice in Hokkaido*, **37**, 51-54.(in Japanese)
Niwano, M., T. Yamasaki and S. Yamaguchi, 2018: Arctic dog-sled expedition 2018, *Seppyo*, **80**, 588-592. (in Japanese)
Hashimoto, A., M. Niwano, S. Yamaguchi, T. Yamasaki and T. Aoki, 2018: Numerical simulation of lee-side downslope winds near Siorapaluk in northwest Greenland. *CAS/JSC WGNE Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling*, **48**, 5.05-5.06.

Acknowledgements

This work was partly supported by the Joint Research Program of the Institute of Low Temperature

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Science, Hokkaido University, Japan, and JSPS KAKENHI Grant Numbers, JP15H01733, JP16H01772, and JP17K12817.

キーワード：グリーンランド、おろし風、非静力学モデル
Keywords: Greenland, lee-side downslope wind, Non-hydrostatic model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Impacts of clouds on the Greenland ice sheet surface melt and mass balance

*庭野 匡思[1]、橋本 明弘[1]、青木 輝夫[2]
*Masashi Niwano[1], Akihiro Hashimoto[1], Teruo Aoki[2]

1. 気象研究所、2. 岡山大学大学院自然科学研究科
1. Meteorological Research Institute, 2. Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University

Clouds have been recognized to enhance surface melt on the Greenland Ice Sheet (GrIS). However, quantitative estimates of the effects of clouds on the GrIS melt area enhancement and resultant ice-sheet-wide surface mass balance modulations are still lacking. Here we assessed the effects of clouds with the state-of-the-art regional climate model NHM-SMAP (Niwano et al., 2018), conducting a numerical sensitivity test in which clear-sky downward radiations and adiabatic atmospheric conditions were assumed, although the precipitation rate was the same as in the control all-sky simulation. By including or excluding cloud effects, we quantified time-integrated feedbacks for the first time. We found that the surface melt area extent increased by 3.1%, 0.3%, and 0.7% (of the total GrIS area) by the presence of clouds during summer (June to August) in 2012, 2013, and 2014, respectively. During the same periods, clouds reduced solar heating and thus daily runoff by 1.6, 0.8, and 1.0 Gt day^{-1}, respectively: clouds did not enhance the GrIS surface mass loss. In the ablation area, the presence of clouds results in a reduction of downward latent heat flux at the snow/ice surface so that much less energy is available for the surface melt, which highlights the importance of indirect effects of clouds.

References:
Niwano, M., Aoki, T., Hashimoto, A., Matoba, S., Yamaguchi, S., Tanikawa, T., Fujita, K., Tsushima, A., Iizuka, Y., Shimada, R., and Hori, M. (2018): NHM–SMAP: spatially and temporally high-resolution nonhydrostatic atmospheric model coupled with detailed snow process model for Greenland Ice Sheet. The Cryosphere, 12, 635-655, doi:10.5194/tc-12-635-2018.

キーワード：グリーンランド氷床、表面質量収支、NHM-SMAP、雲
Keywords: Greenland ice sheet, surface mass balance, NHM-SMAP, clouds

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_4

[A-CG37] 北極域の科学

コンビーナ:漢那 直也(北海道大学北極域研究センター)、庭野 匡思(気象研究所)、中村 哲(北海道大学大学院地球環境科学研究院)、鄭 峻介(北海道大学 北極域研究センター)

近年の地球温暖化に伴う気候変動が自然界のフィードバックを介して最も顕著に現れるのが、北極圏およびその周極地域である。特に近年顕著な海氷面積の減少、氷河・永久凍土の融解、水産資源の変化、北極圏とその周辺の異常気象などは、社会的な関心も高く、そのプロセスの理解のために気圏―水圏―陸圏の総合的・学際的な研究が進行中である。2007年から継続している本セッション「北極域の科学」では、北極域の温暖化、水循環、生態系、大気上下結合など、北極域で起こっている諸現象を包括的に探求するとともに、先端研究の最新情報を共有して総合的議論を深めることを目的とする。北極研究を取り巻く現状に鑑み、人文・社会科学分野および学際的分野における研究発表や、ArCS北極域研究推進プロジェクトの成果発表も歓迎する。

[ACG37-P01] 冬季北極域における下向き長波放射の増加傾向についての考察

*三和 祐太[1]、野沢 徹[2] (1.岡山大学　理学部、2.岡山大学大学院　自然科学研究科)

[ACG37-P02] 北極温暖化に伴うユーラシア陸面過程の気候メモリ効果

*中村 哲[1]、山崎 孝治[1]、佐藤 友徳[1]、浮田 甚郎[2] (1.北海道大学大学院地球環境科学研究院、2.新潟大学理学部)

[ACG37-P03] アラスカ周辺域における夏季降水量と大気水循環の年々変動

*森野 祥平[1]、檜山 哲哉[2]、藤波 初木[2]、金森 大成[2]、植山 雅仁[3] (1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.名古屋大学宇宙地球環境研究所、3.大阪府立大学大学院生命環境科学研究科)

[ACG37-P04] 初冬の極夜ジェットの季節進行の停滞とシベリアの寒冷化

*安藤 雄太[1]、山崎 孝治[2]、立花 義裕[1]、小木 雅世[3]、浮田 甚郎[4] (1.三重大学大学院 生物資源学研究科、2.北海道大学、3.マニトバ大学、4.新潟大学 理学部)

[ACG37-P05] Recent breakdown of the seasonal linkage between the winter North Atlantic Oscillation/Northern Annular Mode and summer Northern Annular Mode

*山崎 孝治[1]、立花 義裕[2]、小木 雅世[1]、中村 哲[1]、大島 和裕[3] (1.北海道大学、2.三重大学、3.環境科学技術研究所)

[ACG37-P06] 2017/18年冬季の異常な中高緯度大気循環に影響した異常なチャクチ海の海氷減少

*太田 圭祐[1]、立花 義裕[1]、小松 謙介[1]、Vladimir Alexeev[2]、Lei Cai[2]、安藤 雄太[1] (1.三重大学大学院 生物資源学研究科、2.アラスカ大学)

[ACG37-P07] Flood affects vegetation at plant species level to regional level: *Arctagrostis latifolia* increased one year after flooding in Indigirka lowland, northeastern Siberia

*両角 友喜[1,2]、鍾 仕鴻[1]、新宮原 諒[5,1]、鄭 峻介[2]、鷹野 真也[1]、樊 栄[1,2]、宮本 裕美子[2]、ルスラン シャクマトフ[1]、永井 信[3]、小林 秀樹[3]、鈴木 力英[3]、マキシモフ トロフィム[4,6]、杉本 敦子[2,7] (1.北海道大学大学院　環境科学院、2.北海道大学　北極域研究センター、3.海洋研究開発機構、4.寒冷圏生物学問題研究所、5.名古屋大学大学院 環境学研究科、6.北東連邦大学、7.北海道大学　国際連携研究教育局)

[ACG37-P08] Extent and cause of an extreme flooding occurred in spring - summer 2017 over the Indigirka River lowland in Northeastern Siberia

*鄭 峻介[1]、両角 友喜[2]、永井 信[3]、鷹野 真也[2]、杉本 敦子[1]、新宮原 諒[4]、ファン ロン[2]、ヒョードルフ アレキサンダー[5]、マキシモフ トロフィーム[6] (1.北海道大学 北極域研究センター、2.北海道大学大学院環境科学院、3.海洋開発研究機構、4.名古屋大学大学院環境学研究科、5.メルニコフ永久凍土研究所、6.北東連邦大学)

[ACG37-P09] Monitoring of the light absorbing aerosols and the impact on radiation budget of atmosphere and snow

*保坂 征宏[1]、石元 裕史[1]、谷川 朋範[1]、庭野 匡思[1]、足立 光司[1]、大島 長[1]、梶野 瑞王[1]、田中 泰宙[1]、的場 澄人[2] (1.気象研究所、2.北海道大学)

[ACG37-P10] Mass concertation and particle number of black carbon on glaciers in the eastern Alaskan Range, Alaska USA

*紺屋 恵子[1]、Miyakawa Takuma[1]、Takigawa Masayuki[1]、Yamaguchi Masahiro[1]、O'neel Shad[2]、Truffer Martin[3] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、2.USGS、3.University of Alaska, Fairbanks)

[ACG37-P11] Remote estimation of phenological shifts in phytoplankton community in the Pacific Arctic Region

*和賀 久朋[1]、平譯 享[1] (1.北海道大学)

[ACG37-P12] Seasonality of diatom and silicoflagellate assemblages observed in settling particles of the western Arctic Ocean

*小野寺 丈尚太郎[1,2]、渡邉 英嗣[2]、原田 尚美[1,2] (1.海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター、2.海洋研究開発機構北極環境変動総合研究センター)

[ACG37-P13] Iron and macronutrient distributions near the fronts of marine-terminating glaciers in Inglefield Gulf, northwestern Greenland

*漢那 直也[1]、杉山 慎[2]、安藤 卓人[1]、浅地 泉[3,2]、藤支 良貴[3,2]、西岡 純[2] (1.北海道大学北極域研究センター、2.北海道大学低温科学研究所、3.北海道大学環境科学院)

[ACG37-P14] グリーンランド北西部・Bowdoinフィヨルドの堆積物を用いた古環境復元の可能性

*安藤 卓人[1]、漢那 直也[1]、浅地 泉[2,3]、藤支 良貴[2,3]、杉山 慎[1,2,3] (1.北海道大学 北極域研究センター、2.北海道大学 低温科学研究所、3.北海道大学大学院　地球環境科学院)

[ACG37-P15] A large-eddy simulation of upwelling meltwater plume at marine-terminating glacier fronts

*松村 義正[1]、漢那 直也[2]、杉山 慎[3,2] (1.東京大学 大気海洋研究所、2.北海道大学 北極域研究センター、3.北海道大学 低温科学研究所)

[ACG37-P16] Impact of observation-based snow/ice albedo with starting temperature of −2°C for surface melting effect on a global ocean simulation

*豊田 隆寛[1]、青木 輝夫[1,2]、庭野 匡思[1]、谷川 朋範[1]、浦川 昇吾[1]、辻野 博之[1]、中野 英之[1]、坂本 圭[1]、広瀬 成章[1]、山中 吾郎[1] (1.気象庁気象研究所、2.岡山大学大学院自然科学研究科)

冬季北極域における下向き長波放射の増加傾向についての考察
Increasing trend of downward long-wave radiation at the surface in the winter Arctic

*三和 祐太[1]、野沢 徹[2]
*Yuta Miwa[1], Toru Nozawa[2]

1. 岡山大学　理学部、2. 岡山大学大学院　自然科学研究科
1. Faculty of Science, Okayama University , 2. Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University

近年、北極域での温暖化が顕著であり、観測データからは、1950年代以降の気温上昇速度が全球平均の約2倍であることが示されている。この特徴は「北極温暖化増幅」と呼ばれ、特に秋から冬にかけて顕著に現れている。先行研究によれば、地表面における熱エネルギー収支をもとにした解析から、北極域冬季の温暖化には下向き長波放射の増加が最も大きく影響していることが示唆されている。一方で、下向き長波放射が増加する要因については必ずしも明確には示されていない。本研究では、先行研究と同様の解析を行った上で、冬季の北極温暖化増幅において下向き長波放射の増加をもたらす要因について考察した。

解析には、気象庁55年長期再解析データ(JRA-55)を用いた。北緯60°以北の北極域を解析領域とし、日射の影響を無視できる11月から1月までの3ヶ月間の平均を取り、1988年から2018年までの30冬季分を解析した。先行研究とは異なるデータ、異なる期間ではあるものの、地表面温度の上昇には、下向き長波放射の増加が最も大きく影響していることが分かった。下向き長波放射は晴天放射と雲放射強制の2者に分けられるが、いずれも地表面温度の変化と整合的であり、どちらかと言えば晴天放射による影響の方が大きいことが分かった。晴天放射が増加する要因としては、大気中の水蒸気量の増加もしくはその他温室効果ガスの増加が考えられるが、温室効果ガス濃度の増加に伴う放射強制力の診断から、水蒸気量の増加が支配的であることが示唆された。また、定量的ではないものの、可降水量の変化と晴天時の下向き長波放射の変化は整合的であった。一方で、雲量の変化を高度別に解析した結果、下層雲量の増加量が最も大きく、雲放射強制の変化と整合的であった。以上より、下向き長波放射の変化は、大気中の可降水量および下層雲量の変化と整合的であるということが示唆された。可降水量および下層雲量が増加する要因として、海氷面積の減少に伴う正味の蒸発量の増加が考えられたが、JRA-55では、大気中の水収支の保存に問題があることから、更なる解析が必要である。

キーワード：北極温暖化増幅、JRA-55
Keywords: Arctic Amplification, JRA-55

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北極温暖化に伴うユーラシア陸面過程の気候メモリ効果

Climate memory of the Eurasian land process for the Arctic amplification

*中村 哲[1]、山崎 孝治[1]、佐藤 友徳[1]、浮田 甚郎[2]
*Tetsu Nakamura[1], Koji Yamazaki[1], Tomonori Sato[1], Jinro Ukita[2]

1. 北海道大学大学院地球環境科学研究院、2. 新潟大学理学部
1. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 2. Faculty of Science , Niigata University

Amplified warming over the Arctic region, so called Arctic amplification (AA), and its relevance to the mid-latitude cooling in winter have recently been intensively studied. Recognizing rapid decline of the Arctic sea ice as to coincide with AA, sea ice-climate impacts have been examined in both observational and modeling studies. However, there is a serious gap between diverged simulation results among models/studies and observational evidence showing strong relevance of sea ice variation to AA signals on the interannual to decadal timescales. To fill the gap, we assume the climate memory effect of the land process that achieves amplification and recurrence of the sea ice-climate impacts. Here we designed and performed a set of general circulation model experiments that is able to extract the memory effect of land process. The memory of the northern Eurasian cooling anomalies that originally induced by sea ice loss are stored as snow amount and soil temperature. Memorized anomalies could induce the atmospheric circulation resembling the negative Arctic oscillation and amplify the Arctic warming in the later years. Estimated atmospheric circulation change due to this memory effect is comparable with that directly induced by sea ice loss. Reducing uncertainty of the land process operated in the climate models, which is expected to have large model dependency, would be a major choice to achieve the robust simulation results to evaluate sea ice-induced AA.

キーワード：北極温暖化加速、北極海氷後退、北極振動、気候メモリ、陸面過程
Keywords: Arctic amplification, Arctic sea ice retreat, Arctic Oscillation, Climate memory, land process

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

アラスカ周辺域における夏季降水量と大気水循環の年々変動
Interannual variation of summer precipitation and atmospheric water circulation over and around Alaska

*森野 祥平[1]、檜山 哲哉[2]、藤波 初木[2]、金森 大成[2]、植山 雅仁[3]
*Shohei Morino[1], Tetsuya Hiyama[2], Hatsuki Fujinami[2], Hironari Kanamori[2], Masahito Ueyama[3]

1. 名古屋大学大学院環境学研究科、2. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、3. 大阪府立大学大学院生命環境科学研究科
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 3. Graduate School of Life and Environmental Sciences, Osaka Prefecture University

北極域では全球平均よりも急速に温暖化が進んでおり、それにともなって北極域の大気水循環も大きく変動している。大気水循環の変動は、降水量と土壌水分量の変動を介して陸域生態系にも影響を及ぼす。Hiyama et al. (2016) は、夏の大気水循環の変動によって2005年から2008年にかけて東シベリアのレナ川中流域で湿潤化が生じたことを示し、Ohta et al. (2014) は同地域のカラマツ林が2005年から2008年にかけての湿潤化によって大規模に枯死し、群落スケールの総一次生産量が低下したことを示した。一方、アラスカ内陸部では2003年から二酸化炭素やメタンなどの温室効果気体フラックス観測が行われており、近年、夏の降水量の増加によってクロトウヒ林における群落スケールのメタン放出量が増加していることが示されている。そこで本研究では、アラスカとその周辺域における夏の降水量と大気水循環に着目した解析を行った。アラスカ内陸部のフェアバンクスにおいて、雨量計で得られた地上降水量データ及び大気再解析データ（ERA-Interim）を使用した。15年分（2003年から2017年）の地上降水量データから、夏季（6・7・8月）降水量の多い年（湿潤年）と少ない年（乾燥年）をそれぞれ4年抽出した後、湿潤年と乾燥年の大気下層（850 hPa）の高度場と風向・風速、鉛直積算水蒸気フラックスの合成図を作成し、15年間の夏の平均値（気候値）と比較した。解析の結果、アラスカ内陸部の夏季降水量の年々変動は、ベーリング海峡付近からの下層の西風とそれにともなう水蒸気フラックスの変化に起因していることがわかった。すなわち湿潤年には西からの水蒸気の流入が多く、乾燥年には少ない。これらは、アラスカ周辺域の大気下層における高気圧偏差や低気圧偏差の空間パターンと強く関わっており、湿潤年にはアラスカ西岸域の西風を強化する一方で、乾燥年には西風を弱化する大気循環場になっていることがわかった。このような低気圧偏差や高気圧偏差の空間パターンは、アラスカ周辺域における低気圧の発生数や移動経路と関係しており、それらはアラスカ周辺域における海水温に関係する可能性が示唆された。興味深いことに、アラスカ周辺域の海面水温（偏差）が高い場合には北極海上の低気圧の発生数が多く、海面水温（偏差）が低い場合には少ない傾向にあった。最後にアラスカ内陸部の夏季の850 hPa高度場は、北極域や環北極域に現れるプラネタリー波が関係していることも示唆された。

キーワード：大気水循環、夏季降水量、高気圧偏差、低気圧偏差
Keywords: Atmospheric water circulation, Summer precipitation, Anticyclonic anomaly, Cyclonic anomaly

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

初冬の極夜ジェットの季節進行の停滞とシベリアの寒冷化
Detection of a climatological short break in the polar night jet in early winter and its relation to cooling over Siberia

*安藤 雄太[1]、山崎 孝治[2]、立花 義裕[1]、小木 雅世[3]、浮田 甚郎[4]
*Yuta Ando[1], Koji Yamazaki[2], Yoshihiro Tachibana[1], Masayo Ogi[3], Jinro Ukita[4]

1. 三重大学大学院 生物資源学研究科、2. 北海道大学、3. マニトバ大学、4. 新潟大学 理学部
1. Graduate School of Bioresources, Mie University, 2. Hokkaido University, 3. Centre for Earth Observation Science, University of Manitoba, 4. Faculty of Science, Niigata University

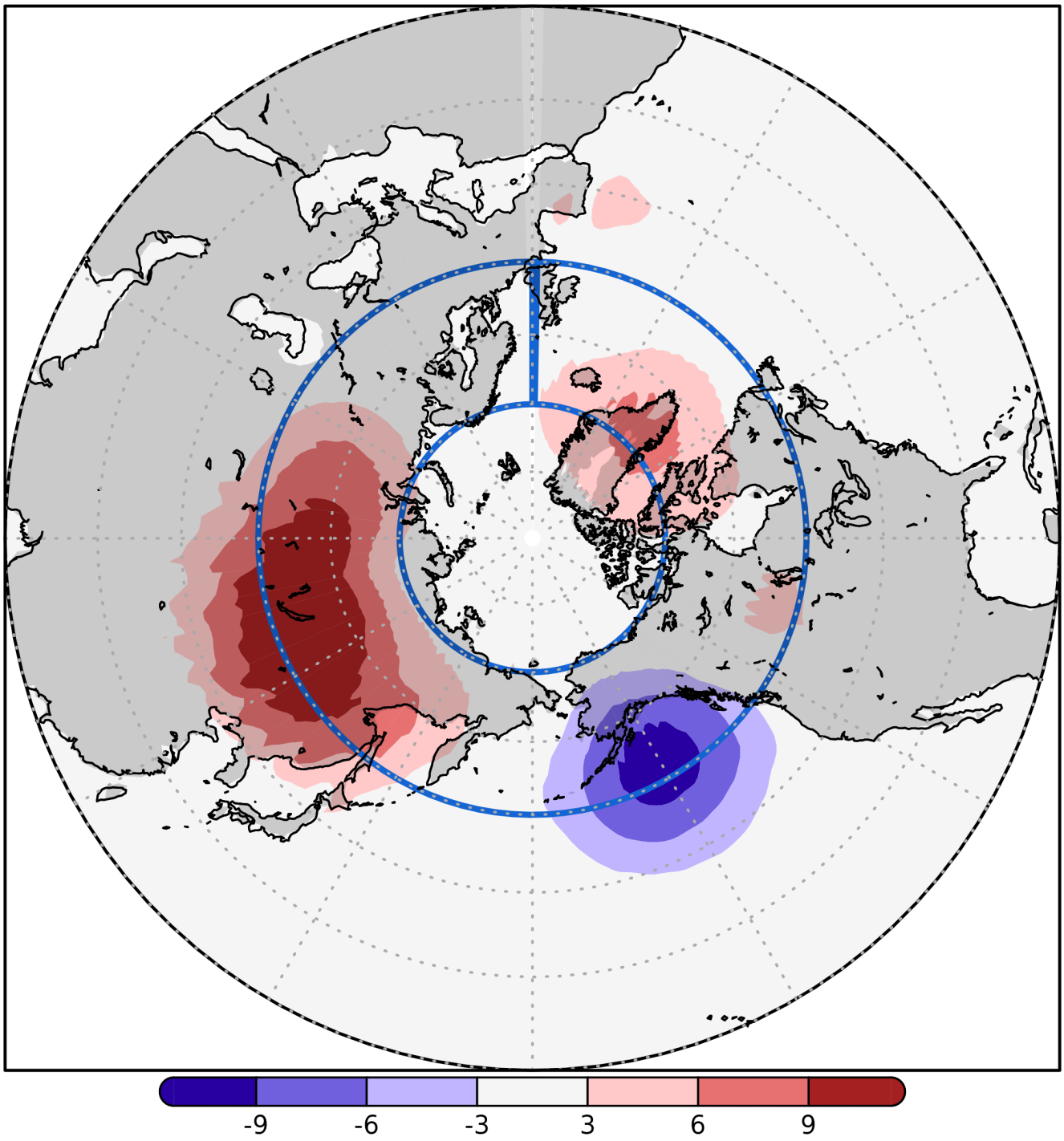
成層圏の強い西風（極夜ジェット）は，風速が10～12月後半に増加する．しかし，日平均データで見ると11月後半に一時的に増加が止まることが明らかとなった．この現象を本研究では季節進行の「停滞」と呼ぶ．本研究は気候値の極夜ジェットの11月後半における季節進行の停滞を力学的な視点から調べ，その要因を探ることを目的とする．

極夜ジェットの停滞は対流圏からのロスビー波伝播の急増と関連していた．この上向き伝播はシベリア域の低気圧偏差の強化に付随して発生した．低気圧偏差の強化には海陸の熱的コントラストが寄与する可能性を示唆した．

キーワード：成層圏、ロスビー波、海陸コントラスト、季節進行
Keywords: Stratosphere, Rossby wave, Land–sea heating contrast, Seasonal evolution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Deviation of WAFz100 (16 NOV–30 NOV)



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Recent breakdown of the seasonal linkage between the winter North Atlantic Oscillation/Northern Annular Mode and summer Northern Annular Mode

*山崎 孝治[1]、立花 義裕[2]、小木 雅世[1]、中村 哲[1]、大島 和裕[3]
*Koji Yamazaki[1], Yoshihiro Tachibana[2], Masayo Ogi[1], Tetsu Nakamura[1], Kazuhiro Oshima[3]

1. 北海道大学、2. 三重大学、3. 環境科学技術研究所
1. Hokkaido University, 2. Mie University, 3. Institute of Environmental Sciences

The summer Northern Annular Mode (NAM) and the winter North Atlantic Oscillation (NAO)/winter NAM have a positive correlation from the mid-1960s to the 1980s. Namely, when the winter NAO/NAM is in a positive phase, the following summer NAM tended to be a positive phase. During the period from the mid-1960s to 1980s, the NAO/NAM signals extended to the stratosphere in winter. Also, lower tropospheric warm anomaly over northern Eurasia in winter associated with the positive phase of NAO/NAM continued to spring. In summer, the annular anomalies in the temperature and 500-hPa height fields appeared and high-latitude westerly was enhanced following the winter positive NAO/NAM. However, after circa 1990, the seasonal linkage was broken, i.e., the winter-to-summer correlation became insignificant. The stratospheric signal in the winter NAO/NAM became weak and summer signals associated with the winter NAO/NAM almost disappeared. Seasonal evolutions of atmospheric circulation and sea surface temperature (SST) anomalies associated with the winter NAO are examined for early good linkage period and recent poor linkage period. We discuss the possible causes of the linkage breakdown such as stratospheric ozone, North Atlantic SST, and Atlantic multidecadal oscillation, besides chaotic internal variability in the climate system. Simulations with the Community Earth System model suggest that the ocean and/or sea ice with inter-seasonal memories possibly cause the linkage, besides large internal variability through which the linkage can take place by chance.

キーワード：北大西洋振動、北極振動、大西洋数十年規模振動、オゾン破壊、北極海の海氷
Keywords: North Atlantic Oscillation, Arctic Oscillation, Atlantic Multidecadal Oscillation, Ozone depletion, Arctic sea ice

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2017/18年冬季の異常な中高緯度大気循環に影響した異常なチャクチ海の海氷減少

Did an Arctic sea-ice hole cause hemispheric extreme cold winter in 2017/18?

*太田 圭祐[1]、立花 義裕[1]、小松 謙介[1]、Vladimir Alexeev[2]、Lei Cai[2]、安藤 雄太[1]
*Keisuke Ota[1], Yoshihiro Tachibana[1], Kensuke K. Komatsu[1], Alexeev A. Vladimir[2], Cai Lei[2], Yuta Ando[1]

1. 三重大学大学院 生物資源学研究科、2. アラスカ大学
1. Graduate School of Bioresources, Mie University, 2. International Arctic Research Center, University of Alaska Fairbanks

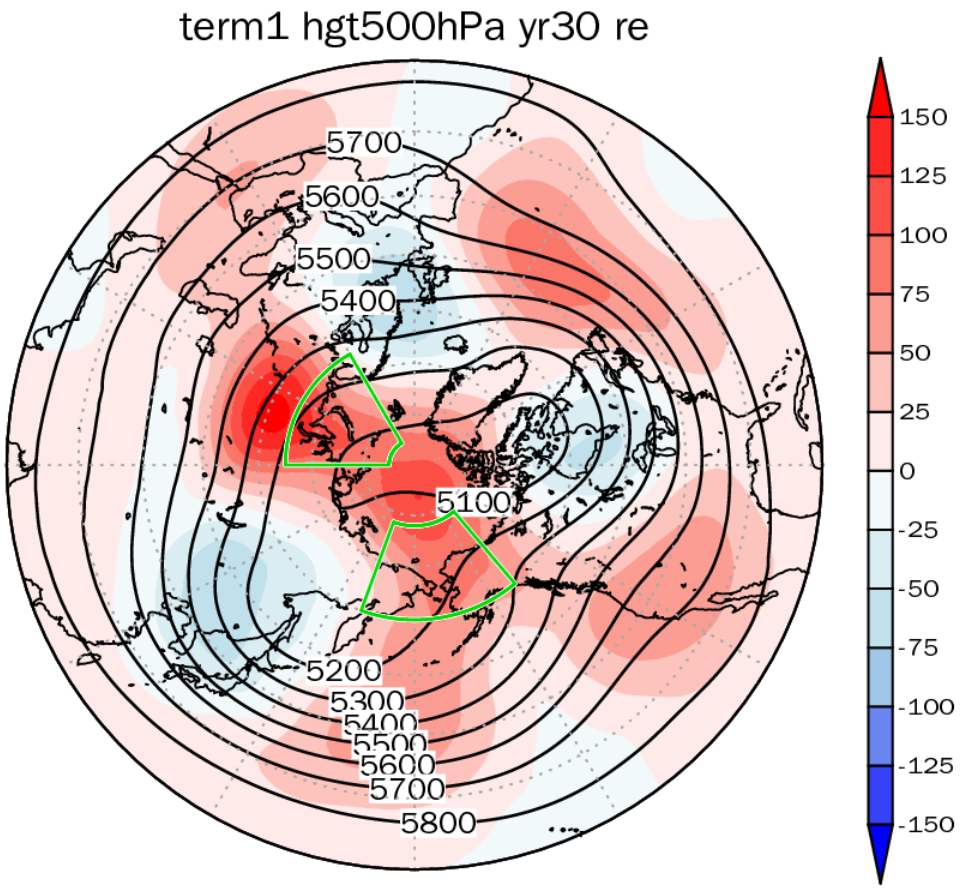
2017/18年冬季は日本全体で平年よりも気温が低く，冬季を通じて気温の負偏差が続く冬となった．特に西日本の平均気温平年差は-1.2℃で，1986/87 年冬季以降の32年間では最も寒い冬となった．2017/18年冬季は北極上空の過去最高値の高気圧偏差を中心とした中高緯度大気循環場が冬季を通じて持続した異常な事例であった．

一方，バレンツ・カラ海と同じく北極海の太平洋側に位置するチャクチ海の海氷は過去最低値を記録した．チャクチ海の異常な海氷減少と2017/18年の寒冬をもたらした異常な大気場との関係の考察は，2017/18年の事例を理解する上で重要であると考えられる．

以上のことから，本研究では寒冬をもたらした2017/18年冬季の異常な中高緯度大気循環について，初冬の異常なチャクチ海海氷減少がもたらす影響について考察することを目的とする．

キーワード：チャクチ海、海氷
Keywords: Chukchi Sea, Sea-ice

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Flood affects vegetation at plant species level to regional level: *Arctagrostis latifolia* increased one year after flooding in Indigirka lowland, northeastern Siberia

*両角 友喜[1,2]、鍾 仕鴻[1]、新宮原 諒[5,1]、鄭 峻介[2]、鷹野 真也[1]、樊 荣[1,2]、宮本 裕美子[2]、ルスラン シャクマトフ[1]、永井 信[3]、小林 秀樹[3]、鈴木 力英[3]、マキシモフ トロフィム[4,6]、杉本 敦子[2,7]
*Tomoki Morozumi[1,2], Shihong Zhong[1], Ryo Shingubara[5,1], Shunsuke Tei[2], Shinya Takano[1], Rong Fan[1,2], Yumiko Miyamoto[2], Ruslan Shakhmatov[1], Shin Nagai[3], Hideki Kobayashi[3], Rikie Suzuki[3], Trofim C Maximov[4,6], Atsuko Sugimoto[2,7]

1. 北海道大学大学院　環境科学院、2. 北海道大学　北極域研究センター、3. 海洋研究開発機構、4. 寒冷圏生物学問題研究所、5. 名古屋大学大学院 環境学研究科、6. 北東連邦大学、7. 北海道大学　国際連携研究教育局
1. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, 2. Arctic Research Center, Hokkaido University, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, 5. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 6. North Eastern Federal University, 7. Station for Arctic Research, Global Institution for Collaborative Research and Education, Hokkaido University

In June-July 2017, unusual extensive (~10000 km^2) and long-time (~2 months) river floods were observed at coastal lowlands in northeastern Siberia. We focused on vegetation covered with dwarf shrub, sparse larch and polygonal wetlands, which were affected by the extreme flooding. We investigated plant species composition and in-situ phenology at site, and clarify the vegetation change after the flood in Indigirka river lowland, eastern Siberia (70°N, 148°E) for 2009-2018 July summer. We also recorded timing of leaf opening (greening) after flooding by digital time-lapse camera (GardenWatchCam, Brinno), and visible-near-infrared band satellite images (Landsat 8 OLI, USGS). In the field, forbs and graminoids (e.g. *Arctagrostis latifolia* as indicator of disturbance in arctic tundra) were increased among plots after the flood. On the other hand, dwarf shrubs (i.e. *Vaccinium vitis-idaea*) and moss species (i.e. *Hylocomium splendens*) were declined. The timing of leaf opening was delayed in the field. Fraction of leaf coverage per plot surface area were estimated from photo images. Leaf coverage on shrub were significantly smaller in 2017 summer (5.6%) than those in 2012-2016 (37%) in the plots (n=3, $p < 0.005$). Satellite images also supported that the greening of vegetation was delayed, and vegetation cover was declined in the region in 2017. Damaged moss cover and organic layers were remained to be exposed mud / bare soil in August 2018 (1 year after flood). However, leaf covers were even increased in some sedge-wetland plots, because of the increased growth of graminoids (e.g. *Arctagrostis latifolia*), forbs and sedges. Replacing to more graminoid might affect carbon and energy balances, and even might triggering permafrost thaw in some parts. Therefore, process changing and recovering from flood should be monitored in temporary and spatially multiscale.

キーワード：植生、環境モニタリング、葉面積、洪水、ツンドラ
Keywords: Vegetation, Environmental monitoring, Leaf Area, Flood, Tundra

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Extent and cause of an extreme flooding occurred in spring - summer 2017 over the Indigirka River lowland in Northeastern Siberia

*鄭 峻介[1]、両角 友喜[2]、永井 信[3]、鷹野 真也[2]、杉本 敦子[1]、新宮原 諒[4]、ファン ロン[2]、ヒョードルフ アレキサンダー[5]、マキシモフ トロフィーム[6]
*Shunsuke Tei[1], Tomoki Morozumi[2], Shin Nagai[3], Shinya Takano[2], Atsuko Sugimoto[1], Ryo Shingubara[4], RONG FAN[2], Alexander Fedorov[5], Trofim Maximov[6]

1. 北海道大学 北極域研究センター、2. 北海道大学大学院環境科学院、3. 海洋開発研究機構、4. 名古屋大学大学院環境学研究科、5. メルニコフ永久凍土研究所、6. 北東連邦大学
1. Arctic Research Center, Hokkaido University, 2. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, 3. Japan Agency for Marine Earth Science and Technology, 4. Graduate School of Environmental studies, Nagoya University, 5. Melnikov Permafrost Institute, 6. North-Eastern Federal University

Flooding is one of the greatest disasters that produce strong effects on the ecosystem and livelihoods of local population. It is expected that the flood frequency will increase globally making its risk assessment an urgent issue. In spring - summer (June - July) 2017, an extreme flooding occurred in the Indigirka River lowland of Northeastern Siberia that covered a large area with water. In this study, the extent and cause of the flooding were determined using the results of field observations, satellite images, and climate re-analysis datasets, and its possible effects on the ecosystem were discussed. It was found that the flooding covered a significant lowland area equal to about 9530 km^2 and that the rise in the relative Indigirka River water level with respect to the average value determined for the period of nine years spanning from 2009 to 2017 amounted to about 350 cm. The largest annual maximum snow depth (snow water equivalent: SWE) in the lowland was observed in 2017 over the same period (2009-2017), and the surface of the lower reach of the lowland was partially covered with snow even in the end of June due to the extreme snowfall that occurred in fall - winter 2016. The climate re-analysis dataset obtained for temporal-spatial variations in SWE, snowmelt, and runoff over the lowland during 2015-2017 revealed that a large amount of snow-melted water had flown into the river system in June 2017, resulting in the extreme flooding. The latter also waterlogged most trees over the lowland, which caused serious ecosystem devastation and changes in the material cycling in the studied region.

キーワード：異常洪水、インディギルカ川流域、北東シベリア、物質循環、河川水位、降雪
Keywords: extreme flooding, Indigirka River lowland, Northeastern Siberia, material cycling, water level, snowfall

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Monitoring of the light absorbing aerosols and the impact on radiation budget of atmosphere and snow

*保坂 征宏[1]、石元 裕史[1]、谷川 朋範[1]、庭野 匡思[1]、足立 光司[1]、大島 長[1]、梶野 瑞王[1]、田中 泰宙[1]、的場 澄人[2]
*Masahiro Hosaka[1], Hiroshi Ishimoto[1], Tomonori Tanikawa[1], Masashi Niwano[1], Kouji Adachi[1], Naga Oshima[1], Mizuo Kajino[1], Taichu Y Tanaka[1], Sumito Matoba[2]

1. 気象研究所、2. 北海道大学
1. Meteorological Research Institute, 2. Hokkaido University

The cryosphere is one of the most vulnerable regions to climate change. Snow/ice rapidly melts in the Arctic region under global warming. The light absorbing aerosols (black carbon and mineral dust) contribute to it by absorbing solar radiation and heating the atmosphere, and the deposition of these aerosols reduces the snow/ice surface albedo. In addition, snow grain size tends to increase in the warmer environment, which further reduces snow surface albedo. Therefore, we started the project, entitled "Monitoring of the light absorbing aerosols and the impact on radiation budget of atmosphere and snow ice (FY2017-2021)", which is supported by Ministry of the Environment.

In this research project, we will monitor the snow impurities originating from the light absorbing aerosols, the snow grain size, and the related surface albedo variations. These are to be accomplished by ground-based measurements and satellite remote sensing with special focuses on East Asia, one of the major sources of the light absorbing aerosols, and the Arctic region most affected by them. Field observation of weather, radiation and snowpack in Japan and the Arctic regions will be continued to create longer datasets while observation sites are added. We will implement new measurements and devices for analysis. The results of the observation measured in more detail will be utilized to improve the process models as well as the remote sensing algorithm. Such improvements should allow us to create longer-term datasets (i.e., shape advancement of snow particle and snow impurity particle) by remote sensing over the entire Northern Hemisphere.

The numerical models should allow us to assess the impact of physical processes described above on global warming. We will improve the MRI-ESM (Meteorological Research Institute - Earth System Model) and a new model NHM-Chem-SMAP which is a regional atmospheric model that incorporates chemical processes and snow physical processes. We will also investigate the dynamics and the radiation absorption of light absorbing aerosols and the influence of its deposition and snow grain size on albedo.

This research project is composed of three sub-projects. The results of them in FY 2017 are the followings:

(1) Monitoring by ground-based observation measurements: We continued observation of the weather, radiation and snowpack in winter at three stations in Japan. In addition to the continuous observation of weather and radiation by the automatic weather station (AWS; Automatic Weather Station), periodic snow pit observation with snow sampling was performed. Snow impurity concentration was measured by analysis of the snow samples. We visited Qaanaaq in northwest Greenland and Ny-Alesund in the Arctic Ocean. In addition to continuously obtaining valuable observation data with maintenance, we started the sampling of aerosol in the Arctic atmosphere and carried out the observation of sea ice albedo. By introducing a sublimation device, we developed a method to directly observe and analyze snow impurities

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

in snow samples with a microscope without melting snow. The results will be used for the improvement of the remote sensing algorithm.

(2) Monitoring by satellite remote sensing: Shape of real snow particles and their scattering characteristics were investigated. It was confirmed that they were consistent with those of virtual particles used for the algorithm. Using Himawari 8 with high temporal-spatial resolution, we developed an algorithm to improve the detection method of snow cover and sea ice. Therefore, high accuracy monitoring in the East Asian region including Japan became possible.

(3) Evaluation by numerical models: We improved the MRI-ESM results including the black carbon representation. The radiation effects were also investigated. We also improved the aerosol expression of NHM-Chem and investigated its effect. We also succeeded in coupling NHM-Chem with SMAP, so that we can now proceed with our research using this coupled model.

キーワード：光吸収性エーロゾル、積雪粒径、積雪アルベド、現地観測、衛星リモートセンシング、気候モデル
Keywords: light absorbing aerosols, snow grain size, snow albedo, in situ observations, remote sensing, climate model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Mass concertation and particle number of black carbon on glaciers in the eastern Alaskan Range, Alaska USA

Mass concertation and particle number of black carbon on glaciers in the eastern Alaskan Range, Alaska USA

*紺屋 恵子[1]、Miyakawa Takuma[1]、Takigawa Masayuki[1]、Yamaguchi Masahiro[1]、O'neel Shad[2]、Truffer Martin[3]
*Keiko Konya[1], Takuma Miyakawa[1], Masayuki Takigawa[1], Masahiro Yamaguchi[1], Shad O'neel[2], Martin Truffer[3]

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、2. USGS、3. University of Alaska, Fairbanks
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. USGS, 3. University of Alaska, Fairbanks

Black Carbon (BC) on snow reduces albedo lower and accelerates ablation. The Arctic demonstrates susceptibility to albedo feedbacks from non-local sources. We have estimated BC mass concentrations in snow from glacier surfaces (0-2 cm depth) and at subsurface (2-10 cm depth) in the Alaska range.

During April 2017, snow sampling was conducted on Gulkana, Black Rapids and Jarvis glaciers, which are all located within 50 km of each other. Between one and four sampling sites were selected at each glacier, at approximately 1500 m elevations. BC mass concentrations and particle size distributions was measured with a Single Particle Soot Photometer (SP2).

Measured BC mass concentrations are similar but less than previous studies. The mean value was about 6 μg/L and size distribution shows two modes around 0.3 and 0.7 μm. We have also measured the number of all aerosols by coulter counter and revealed that BC particles are about 1% of all aerosols.

We compared our measurements results to simulated BC deposition using the Weather Research and Forecasting model coupled to Chemistry (WRF-Chem). The simulated BC mass concentration agreed well with observed. We also reveaed by model result that contribution rate of biomass burning in Siberia was about 25 %. We will also estimate increase of surface melt rate caused by BC deposition.

キーワード：black carbon、snow、glacier、Arctic、Alaska、aerosol
Keywords: black carbon, snow, glacier, Arctic, Alaska, aerosol

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Remote estimation of phenological shifts in phytoplankton community in the Pacific Arctic Region

*和賀 久朋[1]、平譯 享[1]
*Hisatomo Waga[1], Toru Hirawake[1]

1. 北海道大学
1. Hokkaido University

Phytoplankton blooms in the Pacific Arctic Region (PAR) has been characterized as a huge single bloom in spring when light availability is high, the mixed layer is shallow and nutrients are abundant due to winter deep mixing. However, several studies have reported that recent increases in occurrence of a relatively small but evident second bloom in fall when light availability is still relatively high and storm-driven mixing replenishes nutrients in the upper well-lit layer. Here we explored interannual variations in phytoplankton phenology in PAR by focusing on biomass and size structure of phytoplankton community based on satellite data. In this study, phenology of phytoplankton community was divided into three types based on time-series chlorophyll-*a* (chl*a*) variations using a nonlinear least squares optimization function: fall bloom (FB), flat high (FH), and flat low (FL). The simple model for FH and FL was a straight line with slope 0, and FH and FL are divided by the chl*a* threshold of 2.5 mg m^{-3}. The complex parameterization of the time-series chl*a* variation for FB was a Gaussian model superimposed over a background concentration of phytoplankton. During our study period of 2003–2017, FB was dominant in the middle (65–67 ˚N) and southern PAR (62–65 ˚N), and accounted for 49.1 and 66.8%, respectively. On the other hand, FL was dominant and accounted for 45.9% in the northern PAR (67–70 ˚N). The proportions of FB and FL showed significant ($p < 0.05$) increasing and decreasing trends in northern PAR (67–70 ˚N), whereas both middle and southern PAR didn’ t show any significant trend for temporal variations in these proportions. In addition, the amplitudes of FB in northern and southern PAR exhibited increasing and decreasing trends, respectively. When we compared the phytoplankton size structure during each phenology, the largest phytoplankton size structure was found in FH, followed by FB and then FL. Moreover, higher amplitude was consisted by larger phytoplankton size structure, suggesting the phytoplankton size structure during the bloom period directly influenced on the amplitude of FB. Since the phytoplankton size structure determines the sinking rate of phytoplankton, these results indicate that benthic organisms in northern and southern PAR would receive more and less fresh phytoplankton during fall. Our findings suggest that the spatiotemporal monitoring of phytoplankton community not only in spring bloom period but also after the period is important for understanding of variations in PAR, because even small changes in the phytoplankton community would have cascading effects on the higher trophic levels via the short and efficient energy pathways in this region. Overall, satellite monitoring of phytoplankton community could improve our understanding about processes of marine ecosystem variations which occurred and/or would occur in PAR.

キーワード：北極、衛星、植物プランクトン
Keywords: Arctic, Satellite, Phytoplankton

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Seasonality of diatom and silicoflagellate assemblages observed in settling particles of the western Arctic Ocean

*小野寺 丈尚太郎[1,2]、渡邉 英嗣[2]、原田 尚美[1,2]
*Jonaotaro Onodera[1,2], EIJI WATANABE[2], Naomi Harada[1,2]

1. 海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター、2. 海洋研究開発機構北極環境変動総合研究センター
1. Research and Development Center for Global Change, JAMSTEC, 2. Institute of Arctic Climate and Environment Change Research, JAMSTEC

Under the changing hydrographic condition of Arctic Ocean, production, species composition and the phenology of phytoplankton and ice-algae assemblages has been influenced. In order to observe the relationship between changing environmental condition and siliceous phytoplankton (diatoms and silicoflagellates), settling particle samples obtained by bottom tethered moorings with sediment trap were studied in the southern Chukchi Borderland and the southwestern Canada Basin from October 2010 to September 2014 and from September 2015 to September 2017, respectively. Settling flux of diatom valves increased in summer and occasional events of shelf matter advection. Settling flux of ice algae was relatively abundant around late July-early August probably reflecting seasonal sea-ice retreat. However, ice algae and planktic diatoms did not increase in summer 2012 when oligotrophic sea-surface water covered around the mooring station. Settling fluxes of silicoflagellate skeleton increased in July (with high dominance of Stephanocha speculum commonly observed in cold waters) and November-January (with S. medianoctisol which is relatively abundant in polar ocean with sea-ice).

キーワード：北極海、沈降粒子、珪藻、珪質鞭毛藻
Keywords: Arctic Ocean, Settling particles, Diatom, Silicoflagellate

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Iron and macronutrient distributions near the fronts of marine-terminating glaciers in Inglefield Gulf, northwestern Greenland

*漢那 直也[1]、杉山 慎[2]、安藤 卓人[1]、浅地 泉[3,2]、藤支 良貴[3,2]、西岡 純[2]
*NAOYA KANNA[1], Shin Sugiyama[2], Takuto Ando[1], Izumi Asaji[3,2], Yoshiki Fujishi[3,2], Jun Nishioka[2]

1. 北海道大学北極域研究センター、2. 北海道大学低温科学研究所、3. 北海道大学環境科学院
1. Arctic Research Center, Hokkaido University, 2. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 3. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University

The Greenland Ice Sheet drains freshwater into the ocean through land- and marine-terminating glaciers. Runoff from land-terminating glaciers is assumed to be iron (Fe) and silicate source to the ocean. However, influence of discharge from marine-terminating glaciers on Fe or macronutrient enrichment is poorly understood due to the difficulty of oceanographic observations in a proglacial fjord. Here we present Fe and macronutrient dataset obtained in Inglefield Gulf region of northwestern Greenland, which is fed by ~10 marine-terminating glaciers.

In the summers of 2016-18, we collected meltwater samples on Bowdoin Glacier, one of marine-terminating glaciers feeding Inglefield Gulf. Seawater was sampled in Inglefield Gulf with acid-cleaned Teflon-coated Niskin-X samplers and a Teflon coating messenger suspended on a Kevlar wire. Dissolved Fe (DFe, passes 0.2 μm acid-cleaned filters) in the seawater samplers was pre-concentrated using NOBIAS Chelate PA-1 resin (Hitachi High-Tech. Corp.). The DFe in the seawater and the glacial meltwater were analyzed with and without pre-concentration on a Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometer (Hitachi High-Tech. Corp.). Macronutrient in these water samplers was analyzed using an auto-analyzer (QuAAtro, BL TEC Inc.) with a continuous flow system.
Near the terminus of three marine-terminating glaciers (Melvill, Sharp, and Hart Glaciers), relatively cold (1~2˚C) and fresh (as low as 28) waters were distributed in the upper 50 m. We deduce that the water masses in the upper 50 m have been modified by interaction with these glaciers, as previously reported. The DFe in the glacially modified waters ranged from 1.5 to 4.3 nmol/kg. On the Bowdoin Glacier, DFe in the meltwater ranged from 15.6 to 636 nmol/kg, with an average of 197 ±179 nmol/kg (n = 13). The glacial meltwater was significantly enriched in DFe, and thus discharge from marine-terminating glaciers is a potentially important DFe source of the glacially modified waters. The DFe:nitrate (NO_3^-) ratios in the glacially modified waters varied from 0.7 to 147 mmol/mol, which were notably higher than phytoplankton cellular Fe:N ratios (~0.02 mmol/mol, Sunda and Huntsman, 1995). This suggests that phytoplankton in the glacially modified waters were under Fe replete conditions in Inglefield Gulf.

キーワード：グリーンランド、海洋性溢流氷河、栄養塩、鉄
Keywords: Greenland, Marine-terminating glacier, Nutrient, Iron

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

グリーンランド北西部・Bowdoinフィヨルドの堆積物を用いた古環境復元の可能性
Paleoenvironmental reconstruction from sediments of Bowdoin fjord, northwestern Greenland

*安藤 卓人[1]、漢那 直也[1]、浅地 泉[2,3]、藤支 良貴[2,3]、杉山 慎[1,2,3]
*Takuto Ando[1], NAOYA KANNA[1], Izumi Asaji[2,3], Yoshiki Fujishi[2,3], Shin Sugiyama[1,2,3]

1. 北海道大学 北極域研究センター、2. 北海道大学 低温科学研究所、3. 北海道大学大学院　地球環境科学院
1. Arctic Research Center, Hokkaido University, 2. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 3. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University

北極域における気温変動の増幅効果が指摘されるなか，温暖化に伴うグリーンランド氷床の融解と海氷の縮小が注目されている。グリーランド北部の氷河の多くは，末端が海洋と接するカービング氷河であり，その変動の履歴を復元することは，今後の気候変動に対する氷床の応答を予測する上で重要である。カービング氷河末端周辺の海洋は，冬季には海氷に覆われ，夏季の氷床融解に伴って湧昇が発生するため，季節変化が明瞭である。特に夏季の湧昇時には氷河性堆積物が巻き上げられて懸濁すると同時に，海洋表層へと栄養塩が供給されるため，氷河末端周辺で生物生産が増大する。近年になって，現在の氷河末端の海洋環境が明らかになってきた。しかし，将来予測をする上では，過去における気候変動に対する海洋環境や堆積環境の応答を理解する必要がある。北極域では古気候アーカイブとして湖底堆積物やアイスコアを用いた環境復元が多く行われているが，直接的にフィヨルド堆積物を用いた研究はそれらに比べると少ない。本発表では，グリーンランド北西部Bowdoinフィヨルドで2018年7月に採取した表層堆積物と堆積物コア試料についての紹介と堆積プロセスや海洋生態系に関する予察的な研究成果を報告する。

キーワード：グリーンランド、氷河性堆積物、バイオマーカー、有機質微化石、海洋基礎生産者、堆積物コア
Keywords: Greenland, glacial sediment, biomarker, palynomorph, primary producer, sediment core

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A large-eddy simulation of upwelling meltwater plume at marine-terminating glacier fronts

*松村 義正[1]、漢那 直也[2]、杉山 慎[3,2]
*Yoshimasa Matsumura[1], Naoya Kanna[2], Shin Sugiyama[3,2]

1. 東京大学 大気海洋研究所、2. 北海道大学 北極域研究センター、3. 北海道大学 低温科学研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, 2. Arctic Research Center, Hokkaido University, 3. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

To investigate the behavior of subglacier discharge of meltwater and its impact on the oceanic environment in Greenland fjords, large-eddy simulations of upwelling meltwater plume were performed using a three-dimensional non-hydrostatic ocean model.

The model setup was idealized based on in-situ measurements at the glacier front in the Bowdoin fjold, northwestern Greenland. The model resolution was 2.0 m horizontally and vertically and the time step interval was less than 0.1 second, which were sufficiently fine to capture the turbulent nature of upwelling plume and its high frequency disturbance recorded in the in-situ data.

The buoyancy supply caused by the underwater discharge of fresh meltwater induced immediate and strong upwelling, then the plume reached the surface with vertical momentum that radially pushed out the surface water and clearly formed semicircular structure of ~200 m adjoined to the glacier front, which was visualized by high turbidity in reality.
Since the turbulent plume entrains the saline and nutrient-rich water of Atlantic origin below thermocline, the underwater meltwater discharge acts as a pump for providing nutrients to the photic layer, that may support primary production and ecosystem in the fjold.

In the presentation, we will introduce results of sensitivity experiments with different shapes of glacier front cavity and discharge conduit, and quantitative comparison with in-situ observations will be discussed.

キーワード：氷河融解水プルーム、large-eddy simulation
Keywords: meltwater discharge, large-eddy simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Impact of observation-based snow/ice albedo with starting temperature of −2˚C for surface melting effect on a global ocean simulation

*豊田 隆寛[1]、青木 輝夫[1,2]、庭野 匡思[1]、谷川 朋範[1]、浦川 昇吾[1]、辻野 博之[1]、中野 英之[1]、坂本 圭[1]、広瀬 成章[1]、山中 吾郎[1]
*Takahiro Toyoda[1], Teruo Aoki[1,2], Masashi Niwano[1], Tomonori Tanikawa[1], Shogo Urakawa[1], Hiroyuki Tsujino[1], Hideyuki Nakano[1], Kei Sakamoto[1], Nariaki Hirose[1], Goro Yamanaka[1]

1. 気象庁気象研究所、2. 岡山大学大学院自然科学研究科
1. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency, 2. Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University

Based on detailed field observations, we conducted global ocean simulation experiments with modification of starting temperature for surface melting effect from −1˚C to −2˚C in the snow/ice albedo parameterization. An ensemble mean field of five experiments with the modified parameterization starting from December 1989–January 1990 were compared with the original experiment. Significance of the impact of the modification was evaluated by using the ensemble spread, which measures the internal variability.

In the Arctic Ocean, the mean albedo was reduced by up to 0.015 in June–July by the modification of the parameterization (i.e. lower albedo in the ensemble mean of the modified experiements than in the original experiment), which resulted comparably from both direct effect of the modification and indirect effect via changes of the snow and ice distributions by the albedo reduction. Snow thickness on the sea ice was reduced by up to 1.5 cm in June–July but afterward impact of the modification was diminished as the snow mostly melted away. Impact of the modification on the sea ice firstly appeared in the rim regions of the snow cover with the bare ice fraction extended and, in August–September, ice thickness decreases by 1.5 cm were achieved over most of the Arctic Ocean. On the other hand, ice thickness increases were seen in some marginal ice zones, which were attributed to reduced ocean surface circulation, such as in the Beaufort Gyre, resulting from reduced surface stresses with reduced ice cover.

In the Southern Ocean, the albedo reduction by up to 0.015 in December–January resulted from comparable contributions of the direct effect of the modification of the parameterization and the indirect effect via the snow thickness decrease, as in the Arctic Ocean. In contrast to the Arctic Ocean, the decrease impact of the snow thickness by up to 2.5 cm in the Weddell Sea partly remained through year. In addition, increases of the ice thickness were widely distributed in December–January. A detailed analysis revealed that the warming effect of the albedo reduction by the modification enhanced the reduction of the sea ice concentration, in particular that of thinner ice, which weakened the ice pressure and enhanced thicker ice formation via the rheology, leading to the increases of the ice thickness. Note that thicker ice is less affected by thermodynamical melting effect than thinner ice. This thickening impact of the sea ice remained through year in the Weddell Sea. These changes by the modification of the parameterization were robust compared with the ensemble spread.

Although the above experiments and results might be rather preliminary, we believe that our demonstration of the potential impact of the new observational insight on ocean general circulation model simulations would be of value for further enhancing both observation and modelling/prediction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

activities and their collaborative study.

キーワード：アルベド、海洋大循環モデル、北極海、南大洋、海氷モデル
Keywords: snow/ice albedo, OGCM, Arctic Ocean, Southern Ocean, sea ice model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_14

[A-CG37] 北極域の科学

コンビーナ:漢那 直也(北海道大学北極域研究センター)、庭野 匡思(気象研究所)、中村 哲(北海道大学大学院地球環境科学研究院)、鄭 峻介(北海道大学 北極域研究センター)

近年の地球温暖化に伴う気候変動が自然界のフィードバックを介して最も顕著に現れるのが、北極圏およびその周極地域である。特に近年顕著な海氷面積の減少、氷河・永久凍土の融解、水産資源の変化、北極圏とその周辺の異常気象などは、社会的な関心も高く、そのプロセスの理解のために気圏―水圏―陸圏の総合的・学際的な研究が進行中である。2007年から継続している本セッション「北極域の科学」では、北極域の温暖化、水循環、生態系、大気上下結合など、北極域で起こっている諸現象を包括的に探求するとともに、先端研究の最新情報を共有して総合的議論を深めることを目的とする。北極研究を取り巻く現状に鑑み、人文・社会科学分野および学際的分野における研究発表や、ArCS北極域研究推進プロジェクトの成果発表も歓迎する。

[ACG37-P01] 冬季北極域における下向き長波放射の増加傾向についての考察

*三和 祐太[1]、野沢 徹[2] (1.岡山大学　理学部、2.岡山大学大学院　自然科学研究科)

[ACG37-P02] 北極温暖化に伴うユーラシア陸面過程の気候メモリ効果

*中村 哲[1]、山崎 孝治[1]、佐藤 友徳[1]、浮田 甚郎[2] (1.北海道大学大学院地球環境科学研究院、2.新潟大学理学部)

[ACG37-P03] アラスカ周辺域における夏季降水量と大気水循環の年々変動

*森野 祥平[1]、檜山 哲哉[2]、藤波 初木[2]、金森 大成[2]、植山 雅仁[3] (1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.名古屋大学宇宙地球環境研究所、3.大阪府立大学大学院生命環境科学研究科)

[ACG37-P04] 初冬の極夜ジェットの季節進行の停滞とシベリアの寒冷化

*安藤 雄太[1]、山崎 孝治[2]、立花 義裕[1]、小木 雅世[3]、浮田 甚郎[4] (1.三重大学大学院 生物資源学研究科、2.北海道大学、3.マニトバ大学、4.新潟大学 理学部)

[ACG37-P05] Recent breakdown of the seasonal linkage between the winter North Atlantic Oscillation/Northern Annular Mode and summer Northern Annular Mode

*山崎 孝治[1]、立花 義裕[2]、小木 雅世[1]、中村 哲[1]、大島 和裕[3] (1.北海道大学、2.三重大学、3.環境科学技術研究所)

[ACG37-P06] 2017/18年冬季の異常な中高緯度大気循環に影響した異常なチャクチ海の海氷減少

*太田 圭祐[1]、立花 義裕[1]、小松 謙介[1]、Vladimir Alexeev[2]、Lei Cai[2]、安藤 雄太[1] (1.三重大学大学院 生物資源学研究科、2.アラスカ大学)

[ACG37-P07] Flood affects vegetation at plant species level to regional level: *Arctagrostis latifolia* increased one year after flooding in Indigirka lowland, northeastern Siberia

*両角 友喜[1,2]、鍾 仕鴻[1]、新宮原 諒[5,1]、鄭 峻介[2]、鷹野 真也[1]、樊 栄[1,2]、宮本 裕美子[2]、ルスラン シャクマトフ[1]、永井 信[3]、小林 秀樹[3]、鈴木 力英[3]、マキシモフ トロフィム[4,6]、杉本 敦子[2,7] (1.北海道大学大学院　環境科学院、2.北海道大学　北極域研究センター、3.海洋研究開発機構、4.寒冷圏生物学問題研究所、5.名古屋大学大学院 環境学研究科、6.北東連邦大学、7.北海道大学　国際連携研究教育局)

[ACG37-P08] Extent and cause of an extreme flooding occurred in spring - summer 2017 over the Indigirka River lowland in Northeastern Siberia

*鄭 峻介[1]、両角 友喜[2]、永井 信[3]、鷹野 真也[2]、杉本 敦子[1]、新宮原 諒[4]、ファン ロン[2]、ヒョードルフ アレキサンダー[5]、マキシモフ トロフィーム[6] (1.北海道大学 北極域研究センター、2.北海道大学大学院環境科学院、3.海洋開発研究機構、4.名古屋大学大学院環境学研究科、5.メルニコフ永久凍土研究所、6.北東連邦大学)

[ACG37-P09] Monitoring of the light absorbing aerosols and the impact on radiation budget of atmosphere and snow

*保坂 征宏[1]、石元 裕史[1]、谷川 朋範[1]、庭野 匡思[1]、足立 光司[1]、大島 長[1]、梶野 瑞王[1]、田中 泰宙[1]、的場 澄人[2] (1.気象研究所、2.北海道大学)

[ACG37-P10] Mass concertation and particle number of black carbon on glaciers in the eastern Alaskan Range, Alaska USA

*紺屋 恵子[1]、Miyakawa Takuma[1]、Takigawa Masayuki[1]、Yamaguchi Masahiro[1]、O'neel Shad[2]、Truffer Martin[3] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、2.USGS、3.University of Alaska, Fairbanks)

[ACG37-P11] Remote estimation of phenological shifts in phytoplankton community in the Pacific Arctic Region

*和賀 久朋[1]、平譯 享[1] (1.北海道大学)

[ACG37-P12] Seasonality of diatom and silicoflagellate assemblages observed in settling particles of the western Arctic Ocean

*小野寺 丈尚太郎[1,2]、渡邉 英嗣[2]、原田 尚美[1,2] (1.海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター、2.海洋研究開発機構北極環境変動総合研究センター)

[ACG37-P13] Iron and macronutrient distributions near the fronts of marine-terminating glaciers in Inglefield Gulf, northwestern Greenland

*漢那 直也[1]、杉山 慎[2]、安藤 卓人[1]、浅地 泉[3,2]、藤支 良貴[3,2]、西岡 純[2] (1.北海道大学北極域研究センター、2.北海道大学低温科学研究所、3.北海道大学環境科学院)

[ACG37-P14] グリーンランド北西部・Bowdoinフィヨルドの堆積物を用いた古環境復元の可能性

*安藤 卓人[1]、漢那 直也[1]、浅地 泉[2,3]、藤支 良貴[2,3]、杉山 慎[1,2,3] (1.北海道大学 北極域研究センター、2.北海道大学 低温科学研究所、3.北海道大学大学院　地球環境科学院)

[ACG37-P15] A large-eddy simulation of upwelling meltwater plume at marine-terminating glacier fronts

*松村 義正[1]、漢那 直也[2]、杉山 慎[3,2] (1.東京大学 大気海洋研究所、2.北海道大学 北極域研究センター、3.北海道大学 低温科学研究所)

[ACG37-P16] Impact of observation-based snow/ice albedo with starting temperature of −2°C for surface melting effect on a global ocean simulation

*豊田 隆寛[1]、青木 輝夫[1,2]、庭野 匡思[1]、谷川 朋範[1]、浦川 昇吾[1]、辻野 博之[1]、中野 英之[1]、坂本 圭[1]、広瀬 成章[1]、山中 吾郎[1] (1.気象庁気象研究所、2.岡山大学大学院自然科学研究科)

冬季北極域における下向き長波放射の増加傾向についての考察
Increasing trend of downward long-wave radiation at the surface in the winter Arctic

*三和 祐太[1]、野沢 徹[2]
*Yuta Miwa[1], Toru Nozawa[2]

1. 岡山大学　理学部、2. 岡山大学大学院　自然科学研究科
1. Faculty of Science, Okayama University , 2. Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University

近年、北極域での温暖化が顕著であり、観測データからは、1950年代以降の気温上昇速度が全球平均の約2倍であることが示されている。この特徴は「北極温暖化増幅」と呼ばれ、特に秋から冬にかけて顕著に現れている。先行研究によれば、地表面における熱エネルギー収支をもとにした解析から、北極域冬季の温暖化には下向き長波放射の増加が最も大きく影響していることが示唆されている。一方で、下向き長波放射が増加する要因については必ずしも明確には示されていない。本研究では、先行研究と同様の解析を行った上で、冬季の北極温暖化増幅において下向き長波放射の増加をもたらす要因について考察した。

解析には、気象庁55年長期再解析データ(JRA-55)を用いた。北緯60°以北の北極域を解析領域とし、日射の影響を無視できる11月から1月までの3ヶ月間の平均を取り、1988年から2018年までの30冬季分を解析した。先行研究とは異なるデータ、異なる期間ではあるものの、地表面温度の上昇には、下向き長波放射の増加が最も大きく影響していることが分かった。下向き長波放射は晴天放射と雲放射強制の2者に分けられるが、いずれも地表面温度の変化と整合的であり、どちらかと言えば晴天放射による影響の方が大きいことが分かった。晴天放射が増加する要因としては、大気中の水蒸気量の増加もしくはその他温室効果ガスの増加が考えられるが、温室効果ガス濃度の増加に伴う放射強制力の診断から、水蒸気量の増加が支配的であることが示唆された。また、定量的ではないものの、可降水量の変化と晴天時の下向き長波放射の変化は整合的であった。一方で、雲量の変化を高度別に解析した結果、下層雲量の増加量が最も大きく、雲放射強制の変化と整合的であった。以上より、下向き長波放射の変化は、大気中の可降水量および下層雲量の変化と整合的であるということが示唆された。可降水量および下層雲量が増加する要因として、海氷面積の減少に伴う正味の蒸発量の増加が考えられたが、JRA-55では、大気中の水収支の保存に問題があることから、更なる解析が必要である。

キーワード：北極温暖化増幅、JRA-55
Keywords: Arctic Amplification, JRA-55

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北極温暖化に伴うユーラシア陸面過程の気候メモリ効果

Climate memory of the Eurasian land process for the Arctic amplification

*中村 哲[1]、山崎 孝治[1]、佐藤 友徳[1]、浮田 甚郎[2]
*Tetsu Nakamura[1], Koji Yamazaki[1], Tomonori Sato[1], Jinro Ukita[2]

1. 北海道大学大学院地球環境科学研究院、2. 新潟大学理学部
1. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 2. Faculty of Science , Niigata University

Amplified warming over the Arctic region, so called Arctic amplification (AA), and its relevance to the mid-latitude cooling in winter have recently been intensively studied. Recognizing rapid decline of the Arctic sea ice as to coincide with AA, sea ice-climate impacts have been examined in both observational and modeling studies. However, there is a serious gap between diverged simulation results among models/studies and observational evidence showing strong relevance of sea ice variation to AA signals on the interannual to decadal timescales. To fill the gap, we assume the climate memory effect of the land process that achieves amplification and recurrence of the sea ice-climate impacts. Here we designed and performed a set of general circulation model experiments that is able to extract the memory effect of land process. The memory of the northern Eurasian cooling anomalies that originally induced by sea ice loss are stored as snow amount and soil temperature. Memorized anomalies could induce the atmospheric circulation resembling the negative Arctic oscillation and amplify the Arctic warming in the later years. Estimated atmospheric circulation change due to this memory effect is comparable with that directly induced by sea ice loss. Reducing uncertainty of the land process operated in the climate models, which is expected to have large model dependency, would be a major choice to achieve the robust simulation results to evaluate sea ice-induced AA.

キーワード：北極温暖化加速、北極海氷後退、北極振動、気候メモリ、陸面過程
Keywords: Arctic amplification, Arctic sea ice retreat, Arctic Oscillation, Climate memory, land process

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

アラスカ周辺域における夏季降水量と大気水循環の年々変動
Interannual variation of summer precipitation and atmospheric water circulation over and around Alaska

*森野 祥平[1]、檜山 哲哉[2]、藤波 初木[2]、金森 大成[2]、植山 雅仁[3]
*Shohei Morino[1], Tetsuya Hiyama[2], Hatsuki Fujinami[2], Hironari Kanamori[2], Masahito Ueyama[3]

1. 名古屋大学大学院環境学研究科、2. 名古屋大学宇宙地球環境研究所、3. 大阪府立大学大学院生命環境科学研究科
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 3. Graduate School of Life and Environmental Sciences, Osaka Prefecture University

北極域では全球平均よりも急速に温暖化が進んでおり、それにともなって北極域の大気水循環も大きく変動している。大気水循環の変動は、降水量と土壌水分量の変動を介して陸域生態系にも影響を及ぼす。Hiyama et al. (2016) は、夏の大気水循環の変動によって2005年から2008年にかけて東シベリアのレナ川中流域で湿潤化が生じたことを示し、Ohta et al. (2014) は同地域のカラマツ林が2005年から2008年にかけての湿潤化によって大規模に枯死し、群落スケールの総一次生産量が低下したことを示した。一方、アラスカ内陸部では2003年から二酸化炭素やメタンなどの温室効果気体フラックス観測が行われており、近年、夏の降水量の増加によってクロトウヒ林における群落スケールのメタン放出量が増加していることが示されている。そこで本研究では、アラスカとその周辺域における夏の降水量と大気水循環に着目した解析を行った。アラスカ内陸部のフェアバンクスにおいて、雨量計で得られた地上降水量データ及び大気再解析データ（ERA-Interim）を使用した。15年分（2003年から2017年）の地上降水量データから、夏季（6・7・8月）降水量の多い年（湿潤年）と少ない年（乾燥年）をそれぞれ4年抽出した後、湿潤年と乾燥年の大気下層（850 hPa）の高度場と風向・風速、鉛直積算水蒸気フラックスの合成図を作成し、15年間の夏の平均値（気候値）と比較した。解析の結果、アラスカ内陸部の夏季降水量の年々変動は、ベーリング海峡付近からの下層の西風とそれにともなう水蒸気フラックスの変化に起因していることがわかった。すなわち湿潤年には西からの水蒸気の流入が多く、乾燥年には少ない。これらは、アラスカ周辺域の大気下層における高気圧偏差や低気圧偏差の空間パターンと強く関わっており、湿潤年にはアラスカ西岸域の西風を強化する一方で、乾燥年には西風を弱化する大気循環場になっていることがわかった。このような低気圧偏差や高気圧偏差の空間パターンは、アラスカ周辺域における低気圧の発生数や移動経路と関係しており、それらはアラスカ周辺域における海水温に関係する可能性が示唆された。興味深いことに、アラスカ周辺域の海面水温（偏差）が高い場合には北極海上の低気圧の発生数が多く、海面水温（偏差）が低い場合には少ない傾向にあった。最後にアラスカ内陸部の夏季の850 hPa高度場は、北極域や環北極域に現れるプラネタリー波が関係していることも示唆された。

キーワード：大気水循環、夏季降水量、高気圧偏差、低気圧偏差
Keywords: Atmospheric water circulation, Summer precipitation, Anticyclonic anomaly, Cyclonic anomaly

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

初冬の極夜ジェットの季節進行の停滞とシベリアの寒冷化
Detection of a climatological short break in the polar night jet in early winter and its relation to cooling over Siberia

*安藤 雄太[1]、山崎 孝治[2]、立花 義裕[1]、小木 雅世[3]、浮田 甚郎[4]
*Yuta Ando[1], Koji Yamazaki[2], Yoshihiro Tachibana[1], Masayo Ogi[3], Jinro Ukita[4]

1. 三重大学大学院 生物資源学研究科、2. 北海道大学、3. マニトバ大学、4. 新潟大学 理学部
1. Graduate School of Bioresources, Mie University, 2. Hokkaido University, 3. Centre for Earth Observation Science, University of Manitoba, 4. Faculty of Science, Niigata University

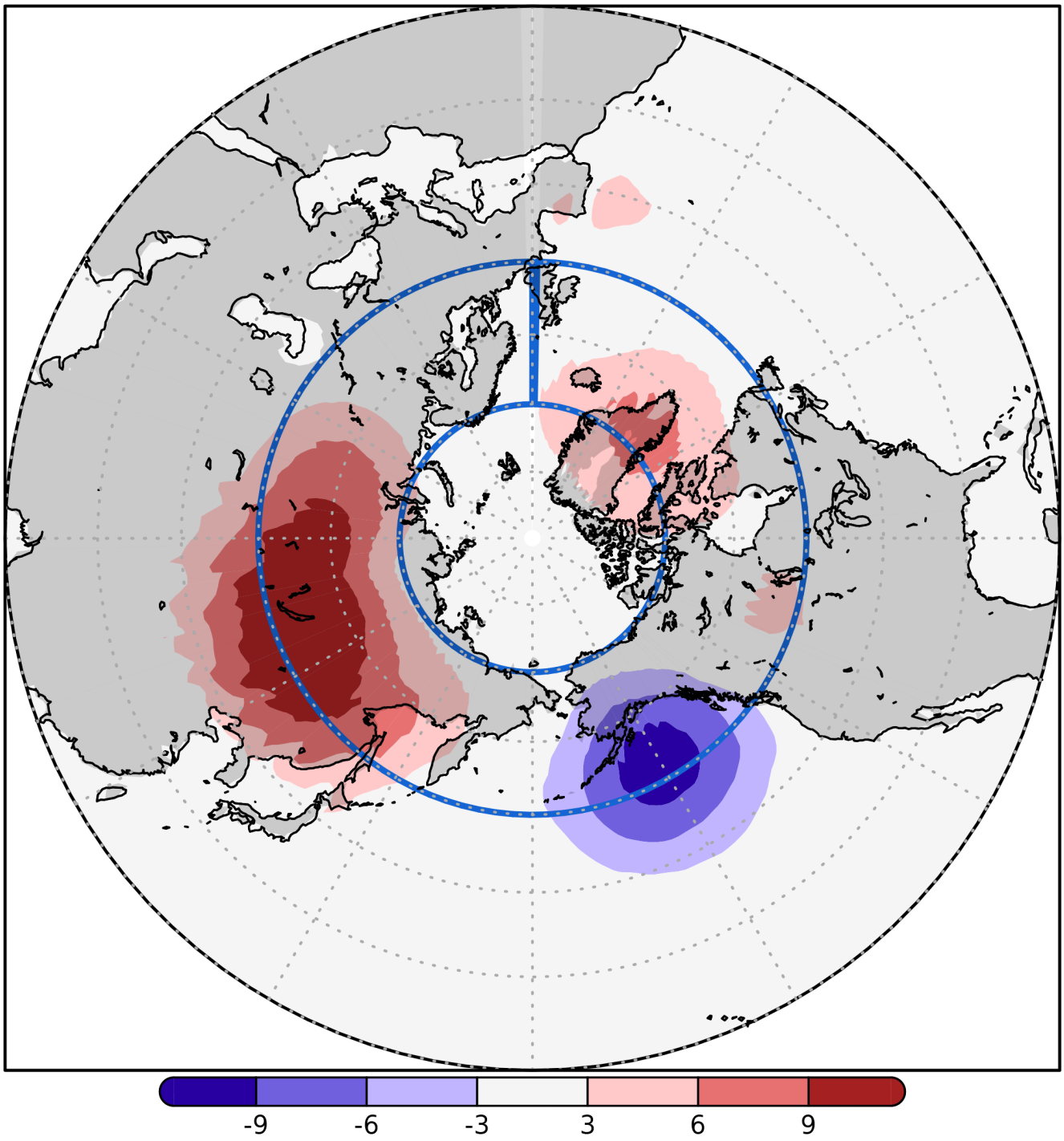
成層圏の強い西風（極夜ジェット）は，風速が10～12月後半に増加する．しかし，日平均データで見ると11月後半に一時的に増加が止まることが明らかとなった．この現象を本研究では季節進行の「停滞」と呼ぶ．本研究は気候値の極夜ジェットの11月後半における季節進行の停滞を力学的な視点から調べ，その要因を探ることを目的とする．

極夜ジェットの停滞は対流圏からのロスビー波伝播の急増と関連していた．この上向き伝播はシベリア域の低気圧偏差の強化に付随して発生した．低気圧偏差の強化には海陸の熱的コントラストが寄与する可能性を示唆した．

キーワード：成層圏、ロスビー波、海陸コントラスト、季節進行
Keywords: Stratosphere, Rossby wave, Land–sea heating contrast, Seasonal evolution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Deviation of WAFz100 (16 NOV–30 NOV)



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Recent breakdown of the seasonal linkage between the winter North Atlantic Oscillation/Northern Annular Mode and summer Northern Annular Mode

*山崎 孝治[1]、立花 義裕[2]、小木 雅世[1]、中村 哲[1]、大島 和裕[3]
*Koji Yamazaki[1], Yoshihiro Tachibana[2], Masayo Ogi[1], Tetsu Nakamura[1], Kazuhiro Oshima[3]

1. 北海道大学、2. 三重大学、3. 環境科学技術研究所
1. Hokkaido University, 2. Mie University, 3. Institute of Environmental Sciences

The summer Northern Annular Mode (NAM) and the winter North Atlantic Oscillation (NAO)/winter NAM have a positive correlation from the mid-1960s to the 1980s. Namely, when the winter NAO/NAM is in a positive phase, the following summer NAM tended to be a positive phase. During the period from the mid-1960s to 1980s, the NAO/NAM signals extended to the stratosphere in winter. Also, lower tropospheric warm anomaly over northern Eurasia in winter associated with the positive phase of NAO/NAM continued to spring. In summer, the annular anomalies in the temperature and 500-hPa height fields appeared and high-latitude westerly was enhanced following the winter positive NAO/NAM. However, after circa 1990, the seasonal linkage was broken, i.e., the winter-to-summer correlation became insignificant. The stratospheric signal in the winter NAO/NAM became weak and summer signals associated with the winter NAO/NAM almost disappeared. Seasonal evolutions of atmospheric circulation and sea surface temperature (SST) anomalies associated with the winter NAO are examined for early good linkage period and recent poor linkage period. We discuss the possible causes of the linkage breakdown such as stratospheric ozone, North Atlantic SST, and Atlantic multidecadal oscillation, besides chaotic internal variability in the climate system. Simulations with the Community Earth System model suggest that the ocean and/or sea ice with inter-seasonal memories possibly cause the linkage, besides large internal variability through which the linkage can take place by chance.

キーワード：北大西洋振動、北極振動、大西洋数十年規模振動、オゾン破壊、北極海の海氷
Keywords: North Atlantic Oscillation, Arctic Oscillation, Atlantic Multidecadal Oscillation, Ozone depletion, Arctic sea ice

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2017/18年冬季の異常な中高緯度大気循環に影響した異常なチャクチ海の海氷減少

Did an Arctic sea-ice hole cause hemispheric extreme cold winter in 2017/18?

*太田 圭祐[1]、立花 義裕[1]、小松 謙介[1]、Vladimir Alexeev[2]、Lei Cai[2]、安藤 雄太[1]
*Keisuke Ota[1], Yoshihiro Tachibana[1], Kensuke K. Komatsu[1], Alexeev A. Vladimir[2], Cai Lei[2], Yuta Ando[1]

1. 三重大学大学院 生物資源学研究科、2. アラスカ大学
1. Graduate School of Bioresources, Mie University, 2. International Arctic Research Center, University of Alaska Fairbanks

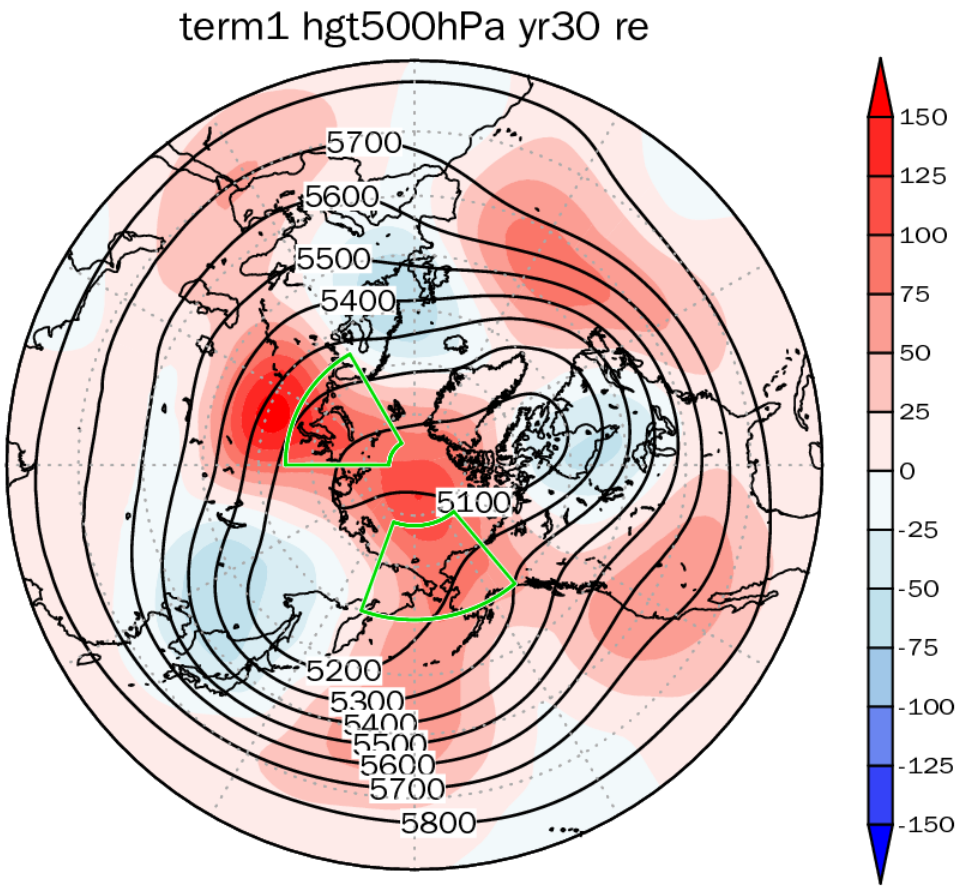
2017/18年冬季は日本全体で平年よりも気温が低く，冬季を通じて気温の負偏差が続く冬となった．特に西日本の平均気温平年差は-1.2℃で，1986/87 年冬季以降の32年間では最も寒い冬となった．2017/18年冬季は北極上空の過去最高値の高気圧偏差を中心とした中高緯度大気循環場が冬季を通じて持続した異常な事例であった．

一方，バレンツ・カラ海と同じく北極海の太平洋側に位置するチャクチ海の海氷は過去最低値を記録した．チャクチ海の異常な海氷減少と2017/18年の寒冬をもたらした異常な大気場との関係の考察は，2017/18年の事例を理解する上で重要であると考えられる．

以上のことから，本研究では寒冬をもたらした2017/18年冬季の異常な中高緯度大気循環について，初冬の異常なチャクチ海海氷減少がもたらす影響について考察することを目的とする．

キーワード：チャクチ海、海氷
Keywords: Chukchi Sea, Sea-ice

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Flood affects vegetation at plant species level to regional level: *Arctagrostis latifolia* increased one year after flooding in Indigirka lowland, northeastern Siberia

*両角 友喜[1,2]、鍾 仕鴻[1]、新宮原 諒[5,1]、鄭 峻介[2]、鷹野 真也[1]、樊 荣[1,2]、宮本 裕美子[2]、ルスラン シャクマトフ[1]、永井 信[3]、小林 秀樹[3]、鈴木 力英[3]、マキシモフ トロフィム[4,6]、杉本 敦子[2,7]
*Tomoki Morozumi[1,2], Shihong Zhong[1], Ryo Shingubara[5,1], Shunsuke Tei[2], Shinya Takano[1], Rong Fan[1,2], Yumiko Miyamoto[2], Ruslan Shakhmatov[1], Shin Nagai[3], Hideki Kobayashi[3], Rikie Suzuki[3], Trofim C Maximov[4,6], Atsuko Sugimoto[2,7]

1. 北海道大学大学院　環境科学院、2. 北海道大学　北極域研究センター、3. 海洋研究開発機構、4. 寒冷圏生物学問題研究所、5. 名古屋大学大学院 環境学研究科、6. 北東連邦大学、7. 北海道大学　国際連携研究教育局
1. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, 2. Arctic Research Center, Hokkaido University, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, 5. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 6. North Eastern Federal University, 7. Station for Arctic Research, Global Institution for Collaborative Research and Education, Hokkaido University

In June-July 2017, unusual extensive (~10000 km^2) and long-time (~2 months) river floods were observed at coastal lowlands in northeastern Siberia. We focused on vegetation covered with dwarf shrub, sparse larch and polygonal wetlands, which were affected by the extreme flooding. We investigated plant species composition and in-situ phenology at site, and clarify the vegetation change after the flood in Indigirka river lowland, eastern Siberia (70°N, 148°E) for 2009-2018 July summer. We also recorded timing of leaf opening (greening) after flooding by digital time-lapse camera (GardenWatchCam, Brinno), and visible-near-infrared band satellite images (Landsat 8 OLI, USGS). In the field, forbs and graminoids (e.g. *Arctagrostis latifolia* as indicator of disturbance in arctic tundra) were increased among plots after the flood. On the other hand, dwarf shrubs (i.e. *Vaccinium vitis-idaea*) and moss species (i.e. *Hylocomium splendens*) were declined. The timing of leaf opening was delayed in the field. Fraction of leaf coverage per plot surface area were estimated from photo images. Leaf coverage on shrub were significantly smaller in 2017 summer (5.6%) than those in 2012-2016 (37%) in the plots (n=3, $p < 0.005$). Satellite images also supported that the greening of vegetation was delayed, and vegetation cover was declined in the region in 2017. Damaged moss cover and organic layers were remained to be exposed mud / bare soil in August 2018 (1 year after flood). However, leaf covers were even increased in some sedge-wetland plots, because of the increased growth of graminoids (e.g. *Arctagrostis latifolia*), forbs and sedges. Replacing to more graminoid might affect carbon and energy balances, and even might triggering permafrost thaw in some parts. Therefore, process changing and recovering from flood should be monitored in temporary and spatially multiscale.

キーワード：植生、環境モニタリング、葉面積、洪水、ツンドラ
Keywords: Vegetation, Environmental monitoring, Leaf Area, Flood, Tundra

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Extent and cause of an extreme flooding occurred in spring - summer 2017 over the Indigirka River lowland in Northeastern Siberia

*鄭 峻介[1]、両角 友喜[2]、永井 信[3]、鷹野 真也[2]、杉本 敦子[1]、新宮原 諒[4]、ファン ロン[2]、ヒョードルフ アレキサンダー[5]、マキシモフ トロフィーム[6]
*Shunsuke Tei[1], Tomoki Morozumi[2], Shin Nagai[3], Shinya Takano[2], Atsuko Sugimoto[1], Ryo Shingubara[4], RONG FAN[2], Alexander Fedorov[5], Trofim Maximov[6]

1. 北海道大学 北極域研究センター、2. 北海道大学大学院環境科学院、3. 海洋開発研究機構、4. 名古屋大学大学院環境学研究科、5. メルニコフ永久凍土研究所、6. 北東連邦大学
1. Arctic Research Center, Hokkaido University, 2. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, 3. Japan Agency for Marine Earth Science and Technology, 4. Graduate School of Environmental studies, Nagoya University, 5. Melnikov Permafrost Institute, 6. North-Eastern Federal University

Flooding is one of the greatest disasters that produce strong effects on the ecosystem and livelihoods of local population. It is expected that the flood frequency will increase globally making its risk assessment an urgent issue. In spring - summer (June - July) 2017, an extreme flooding occurred in the Indigirka River lowland of Northeastern Siberia that covered a large area with water. In this study, the extent and cause of the flooding were determined using the results of field observations, satellite images, and climate re-analysis datasets, and its possible effects on the ecosystem were discussed. It was found that the flooding covered a significant lowland area equal to about 9530 km^2 and that the rise in the relative Indigirka River water level with respect to the average value determined for the period of nine years spanning from 2009 to 2017 amounted to about 350 cm. The largest annual maximum snow depth (snow water equivalent: SWE) in the lowland was observed in 2017 over the same period (2009-2017), and the surface of the lower reach of the lowland was partially covered with snow even in the end of June due to the extreme snowfall that occurred in fall - winter 2016. The climate re-analysis dataset obtained for temporal-spatial variations in SWE, snowmelt, and runoff over the lowland during 2015-2017 revealed that a large amount of snow-melted water had flown into the river system in June 2017, resulting in the extreme flooding. The latter also waterlogged most trees over the lowland, which caused serious ecosystem devastation and changes in the material cycling in the studied region.

キーワード：異常洪水、インディギルカ川流域、北東シベリア、物質循環、河川水位、降雪
Keywords: extreme flooding, Indigirka River lowland, Northeastern Siberia, material cycling, water level, snowfall

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Monitoring of the light absorbing aerosols and the impact on radiation budget of atmosphere and snow

*保坂 征宏[1]、石元 裕史[1]、谷川 朋範[1]、庭野 匡思[1]、足立 光司[1]、大島 長[1]、梶野 瑞王[1]、田中 泰宙[1]、的場 澄人[2]
*Masahiro Hosaka[1], Hiroshi Ishimoto[1], Tomonori Tanikawa[1], Masashi Niwano[1], Kouji Adachi[1], Naga Oshima[1], Mizuo Kajino[1], Taichu Y Tanaka[1], Sumito Matoba[2]

1. 気象研究所、2. 北海道大学
1. Meteorological Research Institute, 2. Hokkaido University

The cryosphere is one of the most vulnerable regions to climate change. Snow/ice rapidly melts in the Arctic region under global warming. The light absorbing aerosols (black carbon and mineral dust) contribute to it by absorbing solar radiation and heating the atmosphere, and the deposition of these aerosols reduces the snow/ice surface albedo. In addition, snow grain size tends to increase in the warmer environment, which further reduces snow surface albedo. Therefore, we started the project, entitled "Monitoring of the light absorbing aerosols and the impact on radiation budget of atmosphere and snow ice (FY2017-2021)", which is supported by Ministry of the Environment.

In this research project, we will monitor the snow impurities originating from the light absorbing aerosols, the snow grain size, and the related surface albedo variations. These are to be accomplished by ground-based measurements and satellite remote sensing with special focuses on East Asia, one of the major sources of the light absorbing aerosols, and the Arctic region most affected by them. Field observation of weather, radiation and snowpack in Japan and the Arctic regions will be continued to create longer datasets while observation sites are added. We will implement new measurements and devices for analysis. The results of the observation measured in more detail will be utilized to improve the process models as well as the remote sensing algorithm. Such improvements should allow us to create longer-term datasets (i.e., shape advancement of snow particle and snow impurity particle) by remote sensing over the entire Northern Hemisphere.

The numerical models should allow us to assess the impact of physical processes described above on global warming. We will improve the MRI-ESM (Meteorological Research Institute - Earth System Model) and a new model NHM-Chem-SMAP which is a regional atmospheric model that incorporates chemical processes and snow physical processes. We will also investigate the dynamics and the radiation absorption of light absorbing aerosols and the influence of its deposition and snow grain size on albedo.

This research project is composed of three sub-projects. The results of them in FY 2017 are the followings:

(1) Monitoring by ground-based observation measurements: We continued observation of the weather, radiation and snowpack in winter at three stations in Japan. In addition to the continuous observation of weather and radiation by the automatic weather station (AWS; Automatic Weather Station), periodic snow pit observation with snow sampling was performed. Snow impurity concentration was measured by analysis of the snow samples. We visited Qaanaaq in northwest Greenland and Ny-Alesund in the Arctic Ocean. In addition to continuously obtaining valuable observation data with maintenance, we started the sampling of aerosol in the Arctic atmosphere and carried out the observation of sea ice albedo. By introducing a sublimation device, we developed a method to directly observe and analyze snow impurities

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

in snow samples with a microscope without melting snow. The results will be used for the improvement of the remote sensing algorithm.

(2) Monitoring by satellite remote sensing: Shape of real snow particles and their scattering characteristics were investigated. It was confirmed that they were consistent with those of virtual particles used for the algorithm. Using Himawari 8 with high temporal-spatial resolution, we developed an algorithm to improve the detection method of snow cover and sea ice. Therefore, high accuracy monitoring in the East Asian region including Japan became possible.

(3) Evaluation by numerical models: We improved the MRI-ESM results including the black carbon representation. The radiation effects were also investigated. We also improved the aerosol expression of NHM-Chem and investigated its effect. We also succeeded in coupling NHM-Chem with SMAP, so that we can now proceed with our research using this coupled model.

キーワード：光吸収性エーロゾル、積雪粒径、積雪アルベド、現地観測、衛星リモートセンシング、気候モデル
Keywords: light absorbing aerosols, snow grain size, snow albedo, in situ observations, remote sensing, climate model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Mass concertation and particle number of black carbon on glaciers in the eastern Alaskan Range, Alaska USA

Mass concertation and particle number of black carbon on glaciers in the eastern Alaskan Range, Alaska USA

*紺屋 恵子[1]、Miyakawa Takuma[1]、Takigawa Masayuki[1]、Yamaguchi Masahiro[1]、O'neel Shad[2]、Truffer Martin[3]
*Keiko Konya[1], Takuma Miyakawa[1], Masayuki Takigawa[1], Masahiro Yamaguchi[1], Shad O'neel[2], Martin Truffer[3]

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、2. USGS、3. University of Alaska, Fairbanks
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. USGS, 3. University of Alaska, Fairbanks

Black Carbon (BC) on snow reduces albedo lower and accelerates ablation. The Arctic demonstrates susceptibility to albedo feedbacks from non-local sources. We have estimated BC mass concentrations in snow from glacier surfaces (0-2 cm depth) and at subsurface (2-10 cm depth) in the Alaska range.

During April 2017, snow sampling was conducted on Gulkana, Black Rapids and Jarvis glaciers, which are all located within 50 km of each other. Between one and four sampling sites were selected at each glacier, at approximately 1500 m elevations. BC mass concentrations and particle size distributions was measured with a Single Particle Soot Photometer (SP2).

Measured BC mass concentrations are similar but less than previous studies. The mean value was about 6 μg/L and size distribution shows two modes around 0.3 and 0.7 μm. We have also measured the number of all aerosols by coulter counter and revealed that BC particles are about 1% of all aerosols.

We compared our measurements results to simulated BC deposition using the Weather Research and Forecasting model coupled to Chemistry (WRF-Chem). The simulated BC mass concentration agreed well with observed. We also reveaed by model result that contribution rate of biomass burning in Siberia was about 25 %. We will also estimate increase of surface melt rate caused by BC deposition.

キーワード：black carbon、snow、glacier、Arctic、Alaska、aerosol
Keywords: black carbon, snow, glacier, Arctic, Alaska, aerosol

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Remote estimation of phenological shifts in phytoplankton community in the Pacific Arctic Region

*和賀 久朋[1]、平譯 享[1]
*Hisatomo Waga[1], Toru Hirawake[1]

1. 北海道大学
1. Hokkaido University

Phytoplankton blooms in the Pacific Arctic Region (PAR) has been characterized as a huge single bloom in spring when light availability is high, the mixed layer is shallow and nutrients are abundant due to winter deep mixing. However, several studies have reported that recent increases in occurrence of a relatively small but evident second bloom in fall when light availability is still relatively high and storm-driven mixing replenishes nutrients in the upper well-lit layer. Here we explored interannual variations in phytoplankton phenology in PAR by focusing on biomass and size structure of phytoplankton community based on satellite data. In this study, phenology of phytoplankton community was divided into three types based on time-series chlorophyll-*a* (chl*a*) variations using a nonlinear least squares optimization function: fall bloom (FB), flat high (FH), and flat low (FL). The simple model for FH and FL was a straight line with slope 0, and FH and FL are divided by the chl*a* threshold of 2.5 mg m^{-3}. The complex parameterization of the time-series chl*a* variation for FB was a Gaussian model superimposed over a background concentration of phytoplankton. During our study period of 2003–2017, FB was dominant in the middle (65–67 ˚N) and southern PAR (62–65 ˚N), and accounted for 49.1 and 66.8%, respectively. On the other hand, FL was dominant and accounted for 45.9% in the northern PAR (67–70 ˚N). The proportions of FB and FL showed significant ($p < 0.05$) increasing and decreasing trends in northern PAR (67–70 ˚N), whereas both middle and southern PAR didn’ t show any significant trend for temporal variations in these proportions. In addition, the amplitudes of FB in northern and southern PAR exhibited increasing and decreasing trends, respectively. When we compared the phytoplankton size structure during each phenology, the largest phytoplankton size structure was found in FH, followed by FB and then FL. Moreover, higher amplitude was consisted by larger phytoplankton size structure, suggesting the phytoplankton size structure during the bloom period directly influenced on the amplitude of FB. Since the phytoplankton size structure determines the sinking rate of phytoplankton, these results indicate that benthic organisms in northern and southern PAR would receive more and less fresh phytoplankton during fall. Our findings suggest that the spatiotemporal monitoring of phytoplankton community not only in spring bloom period but also after the period is important for understanding of variations in PAR, because even small changes in the phytoplankton community would have cascading effects on the higher trophic levels via the short and efficient energy pathways in this region. Overall, satellite monitoring of phytoplankton community could improve our understanding about processes of marine ecosystem variations which occurred and/or would occur in PAR.

キーワード：北極、衛星、植物プランクトン
Keywords: Arctic, Satellite, Phytoplankton

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Seasonality of diatom and silicoflagellate assemblages observed in settling particles of the western Arctic Ocean

*小野寺 丈尚太郎[1,2]、渡邉 英嗣[2]、原田 尚美[1,2]
*Jonaotaro Onodera[1,2], EIJI WATANABE[2], Naomi Harada[1,2]

1. 海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター、2. 海洋研究開発機構北極環境変動総合研究センター
1. Research and Development Center for Global Change, JAMSTEC, 2. Institute of Arctic Climate and Environment Change Research, JAMSTEC

Under the changing hydrographic condition of Arctic Ocean, production, species composition and the phenology of phytoplankton and ice-algae assemblages has been influenced. In order to observe the relationship between changing environmental condition and siliceous phytoplankton (diatoms and silicoflagellates), settling particle samples obtained by bottom tethered moorings with sediment trap were studied in the southern Chukchi Borderland and the southwestern Canada Basin from October 2010 to September 2014 and from September 2015 to September 2017, respectively. Settling flux of diatom valves increased in summer and occasional events of shelf matter advection. Settling flux of ice algae was relatively abundant around late July-early August probably reflecting seasonal sea-ice retreat. However, ice algae and planktic diatoms did not increase in summer 2012 when oligotrophic sea-surface water covered around the mooring station. Settling fluxes of silicoflagellate skeleton increased in July (with high dominance of Stephanocha speculum commonly observed in cold waters) and November-January (with S. medianoctisol which is relatively abundant in polar ocean with sea-ice).

キーワード：北極海、沈降粒子、珪藻、珪質鞭毛藻
Keywords: Arctic Ocean, Settling particles, Diatom, Silicoflagellate

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Iron and macronutrient distributions near the fronts of marine-terminating glaciers in Inglefield Gulf, northwestern Greenland

*漢那 直也[1]、杉山 慎[2]、安藤 卓人[1]、浅地 泉[3,2]、藤支 良貴[3,2]、西岡 純[2]
*NAOYA KANNA[1], Shin Sugiyama[2], Takuto Ando[1], Izumi Asaji[3,2], Yoshiki Fujishi[3,2], Jun Nishioka[2]

1. 北海道大学北極域研究センター、2. 北海道大学低温科学研究所、3. 北海道大学環境科学院
1. Arctic Research Center, Hokkaido University, 2. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 3. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University

The Greenland Ice Sheet drains freshwater into the ocean through land- and marine-terminating glaciers. Runoff from land-terminating glaciers is assumed to be iron (Fe) and silicate source to the ocean. However, influence of discharge from marine-terminating glaciers on Fe or macronutrient enrichment is poorly understood due to the difficulty of oceanographic observations in a proglacial fjord. Here we present Fe and macronutrient dataset obtained in Inglefield Gulf region of northwestern Greenland, which is fed by ~10 marine-terminating glaciers.

In the summers of 2016-18, we collected meltwater samples on Bowdoin Glacier, one of marine-terminating glaciers feeding Inglefield Gulf. Seawater was sampled in Inglefield Gulf with acid-cleaned Teflon-coated Niskin-X samplers and a Teflon coating messenger suspended on a Kevlar wire. Dissolved Fe (DFe, passes 0.2 μm acid-cleaned filters) in the seawater samplers was pre-concentrated using NOBIAS Chelate PA-1 resin (Hitachi High-Tech. Corp.). The DFe in the seawater and the glacial meltwater were analyzed with and without pre-concentration on a Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometer (Hitachi High-Tech. Corp.). Macronutrient in these water samplers was analyzed using an auto-analyzer (QuAAtro, BL TEC Inc.) with a continuous flow system.
Near the terminus of three marine-terminating glaciers (Melvill, Sharp, and Hart Glaciers), relatively cold (1~2˚C) and fresh (as low as 28) waters were distributed in the upper 50 m. We deduce that the water masses in the upper 50 m have been modified by interaction with these glaciers, as previously reported. The DFe in the glacially modified waters ranged from 1.5 to 4.3 nmol/kg. On the Bowdoin Glacier, DFe in the meltwater ranged from 15.6 to 636 nmol/kg, with an average of 197 ±179 nmol/kg (n = 13). The glacial meltwater was significantly enriched in DFe, and thus discharge from marine-terminating glaciers is a potentially important DFe source of the glacially modified waters. The DFe:nitrate (NO_3^-) ratios in the glacially modified waters varied from 0.7 to 147 mmol/mol, which were notably higher than phytoplankton cellular Fe:N ratios (~0.02 mmol/mol, Sunda and Huntsman, 1995). This suggests that phytoplankton in the glacially modified waters were under Fe replete conditions in Inglefield Gulf.

キーワード：グリーンランド、海洋性溢流氷河、栄養塩、鉄
Keywords: Greenland, Marine-terminating glacier, Nutrient, Iron

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

グリーンランド北西部・Bowdoinフィヨルドの堆積物を用いた古環境復元の可能性
Paleoenvironmental reconstruction from sediments of Bowdoin fjord, northwestern Greenland

*安藤 卓人[1]、漢那 直也[1]、浅地 泉[2,3]、藤支 良貴[2,3]、杉山 慎[1,2,3]
*Takuto Ando[1], NAOYA KANNA[1], Izumi Asaji[2,3], Yoshiki Fujishi[2,3], Shin Sugiyama[1,2,3]

1. 北海道大学 北極域研究センター、2. 北海道大学 低温科学研究所、3. 北海道大学大学院　地球環境科学院
1. Arctic Research Center, Hokkaido University, 2. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 3. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University

北極域における気温変動の増幅効果が指摘されるなか，温暖化に伴うグリーンランド氷床の融解と海氷の縮小が注目されている。グリーランド北部の氷河の多くは，末端が海洋と接するカービング氷河であり，その変動の履歴を復元することは，今後の気候変動に対する氷床の応答を予測する上で重要である。カービング氷河末端周辺の海洋は，冬季には海氷に覆われ，夏季の氷床融解に伴って湧昇が発生するため，季節変化が明瞭である。特に夏季の湧昇時には氷河性堆積物が巻き上げられて懸濁すると同時に，海洋表層へと栄養塩が供給されるため，氷河末端周辺で生物生産が増大する。近年になって，現在の氷河末端の海洋環境が明らかになってきた。しかし，将来予測をする上では，過去における気候変動に対する海洋環境や堆積環境の応答を理解する必要がある。北極域では古気候アーカイブとして湖底堆積物やアイスコアを用いた環境復元が多く行われているが，直接的にフィヨルド堆積物を用いた研究はそれらに比べると少ない。本発表では，グリーンランド北西部Bowdoinフィヨルドで2018年7月に採取した表層堆積物と堆積物コア試料についての紹介と堆積プロセスや海洋生態系に関する予察的な研究成果を報告する。

キーワード：グリーンランド、氷河性堆積物、バイオマーカー、有機質微化石、海洋基礎生産者、堆積物コア
Keywords: Greenland, glacial sediment, biomarker, palynomorph, primary producer, sediment core

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A large-eddy simulation of upwelling meltwater plume at marine-terminating glacier fronts

*松村 義正[1]、漢那 直也[2]、杉山 慎[3,2]
*Yoshimasa Matsumura[1], Naoya Kanna[2], Shin Sugiyama[3,2]

1. 東京大学 大気海洋研究所、2. 北海道大学 北極域研究センター、3. 北海道大学 低温科学研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, 2. Arctic Research Center, Hokkaido University, 3. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

To investigate the behavior of subglacier discharge of meltwater and its impact on the oceanic environment in Greenland fjords, large-eddy simulations of upwelling meltwater plume were performed using a three-dimensional non-hydrostatic ocean model.

The model setup was idealized based on in-situ measurements at the glacier front in the Bowdoin fjold, northwestern Greenland. The model resolution was 2.0 m horizontally and vertically and the time step interval was less than 0.1 second, which were sufficiently fine to capture the turbulent nature of upwelling plume and its high frequency disturbance recorded in the in-situ data.

The buoyancy supply caused by the underwater discharge of fresh meltwater induced immediate and strong upwelling, then the plume reached the surface with vertical momentum that radially pushed out the surface water and clearly formed semicircular structure of ~200 m adjoined to the glacier front, which was visualized by high turbidity in reality.
Since the turbulent plume entrains the saline and nutrient-rich water of Atlantic origin below thermocline, the underwater meltwater discharge acts as a pump for providing nutrients to the photic layer, that may support primary production and ecosystem in the fjold.

In the presentation, we will introduce results of sensitivity experiments with different shapes of glacier front cavity and discharge conduit, and quantitative comparison with in-situ observations will be discussed.

キーワード：氷河融解水プルーム、large-eddy simulation
Keywords: meltwater discharge, large-eddy simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Impact of observation-based snow/ice albedo with starting temperature of −2˚C for surface melting effect on a global ocean simulation

*豊田 隆寛[1]、青木 輝夫[1,2]、庭野 匡思[1]、谷川 朋範[1]、浦川 昇吾[1]、辻野 博之[1]、中野 英之[1]、坂本 圭[1]、広瀬 成章[1]、山中 吾郎[1]
*Takahiro Toyoda[1], Teruo Aoki[1,2], Masashi Niwano[1], Tomonori Tanikawa[1], Shogo Urakawa[1], Hiroyuki Tsujino[1], Hideyuki Nakano[1], Kei Sakamoto[1], Nariaki Hirose[1], Goro Yamanaka[1]

1. 気象庁気象研究所、2. 岡山大学大学院自然科学研究科
1. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency, 2. Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University

Based on detailed field observations, we conducted global ocean simulation experiments with modification of starting temperature for surface melting effect from −1˚C to −2˚C in the snow/ice albedo parameterization. An ensemble mean field of five experiments with the modified parameterization starting from December 1989–January 1990 were compared with the original experiment. Significance of the impact of the modification was evaluated by using the ensemble spread, which measures the internal variability.

In the Arctic Ocean, the mean albedo was reduced by up to 0.015 in June–July by the modification of the parameterization (i.e. lower albedo in the ensemble mean of the modified experiements than in the original experiment), which resulted comparably from both direct effect of the modification and indirect effect via changes of the snow and ice distributions by the albedo reduction. Snow thickness on the sea ice was reduced by up to 1.5 cm in June–July but afterward impact of the modification was diminished as the snow mostly melted away. Impact of the modification on the sea ice firstly appeared in the rim regions of the snow cover with the bare ice fraction extended and, in August–September, ice thickness decreases by 1.5 cm were achieved over most of the Arctic Ocean. On the other hand, ice thickness increases were seen in some marginal ice zones, which were attributed to reduced ocean surface circulation, such as in the Beaufort Gyre, resulting from reduced surface stresses with reduced ice cover.

In the Southern Ocean, the albedo reduction by up to 0.015 in December–January resulted from comparable contributions of the direct effect of the modification of the parameterization and the indirect effect via the snow thickness decrease, as in the Arctic Ocean. In contrast to the Arctic Ocean, the decrease impact of the snow thickness by up to 2.5 cm in the Weddell Sea partly remained through year. In addition, increases of the ice thickness were widely distributed in December–January. A detailed analysis revealed that the warming effect of the albedo reduction by the modification enhanced the reduction of the sea ice concentration, in particular that of thinner ice, which weakened the ice pressure and enhanced thicker ice formation via the rheology, leading to the increases of the ice thickness. Note that thicker ice is less affected by thermodynamical melting effect than thinner ice. This thickening impact of the sea ice remained through year in the Weddell Sea. These changes by the modification of the parameterization were robust compared with the ensemble spread.

Although the above experiments and results might be rather preliminary, we believe that our demonstration of the potential impact of the new observational insight on ocean general circulation model simulations would be of value for further enhancing both observation and modelling/prediction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

activities and their collaborative study.

キーワード：アルベド、海洋大循環モデル、北極海、南大洋、海氷モデル
Keywords: snow/ice albedo, OGCM, Arctic Ocean, Southern Ocean, sea ice model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 A (大気水圏科学)：A-CG 大気海洋・環境科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | 303 3F

[A-CG37] 北極域の科学

コンビーナ:漢那 直也(北海道大学北極域研究センター)、庭野 匡思(気象研究所)、中村 哲(北海道大学大学院地球環境科学研究院)、鄭 峻介(北海道大学 北極域研究センター)、座長:漢那 直也(北海道大学 北極域研究センター)

近年の地球温暖化に伴う気候変動が自然界のフィードバックを介して最も顕著に現れるのが、北極圏およびその周極地域である。特に近年顕著な海氷面積の減少、氷河・永久凍土の融解、水産資源の変化、北極圏とその周辺の異常気象などは、社会的な関心も高く、そのプロセスの理解のために気圏―水圏―陸圏の総合的・学際的な研究が進行中である。2007年から継続している本セッション「北極域の科学」では、北極域の温暖化、水循環、生態系、大気上下結合など、北極域で起こっている諸現象を包括的に探求するとともに、先端研究の最新情報を共有して総合的議論を深めることを目的とする。北極研究を取り巻く現状に鑑み、人文・社会科学分野および学際的分野における研究発表や、ArCS北極域研究推進プロジェクトの成果発表も歓迎する。

15:30 ~ 15:45

[ACG37-13] 国際北極科学委員会プロジェクト「T-MOSAiC」紹介

内田 雅己[1]、*末吉 哲雄[1] (1.情報・システム研究機構　国立極地研究所)

15:45 ~ 16:00

[ACG37-14] ICESatならびにCryoSat-2 dataを用いたオホーツク海の氷厚ならびにice volumeの推定

*二橋 創平[1]、Kurtz Nathan[2]、豊田 威信[3] (1.苫小牧高専、2.NASA GSFC、3.北海道大学 低温科学研究所)

16:00 ~ 16:15

[ACG37-15] Arctic Sea Ice Changes in the DAMIP experiments using the MRI Earth System Model

*相澤 拓郎[1]、石井 正好[2]、大島 長[2]、行本 誠史[2]、羽角 博康[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.気象研究所)

16:15 ~ 16:30

[ACG37-16] **Oceanographic Observation in the Refreezing Warm Chukchi Sea during 2018 Mirai Cruise**

*小平 翼[1]、野瀬 毅彦[1]、早稲田 卓爾[1]、猪上 淳[2] (1.東京大学、2.国立極地研究所)

16:30 ~ 16:45

[ACG37-17] **Observed Waves in the refreezing eastern Chukchi Sea during 2018 Mirai Cruise**

*早稲田 卓爾[1]、野瀬 毅彦[1]、小平 翼[1]、Kohout Alison[2]、Gemmrich Johannes[3]、Shen Hui[4]、Inoue Jun[5] (1.東京大学、2.National Institute of Water and Atmospheric Research、3.University of Victoria、4.Bedford Institute of Oceanography、5.National Institute for Polar Research)

16:45 ~ 17:00

[ACG37-18] グリーンランド北西部ボードインフィヨルドにおけるカービング氷河末端付近での係留系観測

*藤支 良貴[1,2]、深町 康[1,3]、漢那 直也[3]、杉山 慎[1,3] (1.北海道大学低温科学研究所、2.北海道大学大学院環境科学院、3.北海道大学北極域研究センター)

国際北極科学委員会プロジェクト「T-MOSAiC」紹介
Introduction of the IASC project "T-MOSAiC"

内田 雅己[1]、*末吉 哲雄[1]
Masaki Uchida[1], *Tetsuo Sueyoshi[1]

1. 情報・システム研究機構　国立極地研究所
1. National Institute of Polar Research

Terrestrial Multidisciplinary distributed Observatories for the Study of Arctic Connections (T-MOSAiC)は、国際北極圏科学委員会（IASC）のワーキンググループにより計画された国際プロジェクトです。本プロジェクトでは、周北極の陸域環境と北極海、海氷と大気における研究を結びつける学際的な研究を促進し、システムレベルの理解発展を目指しています。また、北極および北方のジオシステム、エコシステムそして人間システムに関する新たな知見を発見するために、北極圏全体で行われている様々な個別研究を連携させることを目指します。取り組むべき重要な課題には、関連性、勾配、極端な出来事および創発的性が含まれます。データセットは、オープンアクセスリポジトリを介して相互運用可能にすることを目指します。T-MOSAiCは、IASC海洋大気プロジェクトThe Multidisciplinary drifting Observatory for the Study of Arctic Climate（MOSAiC）が実施を計画している2019年から2020年にかけて同時並行して実行され、陸上の気候観測データセットなどをMOSAiCに提供し、MOSAiCからも観測データ等をT-MOSAiC側に提供することを想定しています。

T-MOSAiCに参加する利点としては、急速な環境変動が生じている北極において、北極圏と世界に影響を及ぼす重要な物理的、生態学的、社会学的な問題を明らかにし、それらを解決に導くために分野の垣根を越えた国際プロジェクトに参加できることです。得られた成果は国際的な政策・産業等の決定機関に提供します。他の利点としては、観測地や観測データなどのギャップを埋めることに貢献できます。さらに、MOSAiC（https://www.mosaic-expedition.org/）、INTERACT（https://eu-interact.org/）、Sentinel North（https://sentinelnorth.ulaval.ca/en）、Nunataryuk（https://nunataryuk.org/）などのパートナーとの連携が可能になり、分野を超えた新しい共同研究を始めることが可能になります。上記以外にも様々な情報がT-MOSAiCのウェブページ（https://www.t-mosaic.com/）で提供されています。是非ご覧ください。

キーワード：北極、陸域、観測、国際共同研究
Keywords: Arctic, Terretrial, Observations, International Collaborative Study

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ICESatならびにCryoSat-2 dataを用いたオホーツク海の氷厚ならびにice volumeの推定
Estimation of ice thickness and volume in the Sea of Okhotsk using ICESat and CryoSat-2 data

*二橋 創平[1]、Kurtz Nathan[2]、豊田 威信[3]
*Sohey Nihashi[1], Nathan T. Kurtz[2], Takenobu Toyota[3]

1. 苫小牧高専、2. NASA GSFC、3. 北海道大学 低温科学研究所
1. National Institute of Technology, Tomakomai College, 2. NASA GSFC, 3. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

オホーツク海における海氷厚の推定を、衛星高度計観測による海氷のfreeboardに基づいて行った。氷厚は、海氷，積雪，海水の密度を現場観測 (Toyota et al., 2007; Ohshima et al., 2001) に基づいて仮定し求めた。積雪深は、現場観測 (Toyota et al., 2007) に基づいて氷厚の1割と仮定した。2004-08年の期間は、ICESatに搭載されるレーザー高度計GLASによるデータ (Nihashi et al., 2018) を用いた。2011-18年の期間は、CryoSat-2に搭載されるレーダー高度計SIRAL-2 によるものを用いた。CryoSat-2によるfreeboardは、Kurtz et al. (2014) に基づいて求めた。オホーツク海の北海道沿岸において砕氷船「そうや」により目視観測で連続的に現場観測された氷厚との比較から、ICESatとCryoSat-2による氷厚がある程度consistentであることが示唆された。オホーツク海の海氷面積が最大になる2-3月の全氷厚（積雪深を含む海氷厚）は、オホーツク海全体での年平均で、77.5 cm (2008年) から123.0 cm (2017年) の範囲であった。モードは、50-60 cm (2007年; 2008年; 2017年) から90-100 cm (2013年) の範囲であった。この全氷厚とマイクロ波放射計による衛星観測の海氷密接度を用いてice volumeを見積もった。密接度は、2004-11年はAMSR-E, 2012年はSSM/I, 2013-18年はAMSR2によるものを用いた。Ice volumeの推定は、AMSR-Eの空間分解能約12 kmのポーラーステレオグリッドに各データを内挿して行った。Ice volumeの最大は8.3×10^{11} m^3 (2016年)、最小は5.4×10^{11} m^3 (2015年)であった。またその年々変動は、主に海氷面積で決まっていることが示されたが、2008年のように氷厚が効いている年もあった。オホーツク海の最大海氷面積や海氷生産量は、気象・海洋データから説明可能であることが示されている (例: Ohshima et al., 2006; Nakanowatari et al., 2010; Kashiwase et al., 2014)。これらの研究を参考にして気象・海洋データとice volumeの比較を行った。その結果、結氷直前 (11-12月) の北西部・北部陸域における気温, 結氷最盛期 (2-3月) の北西部における気温, 海氷拡大期 (1-3月) の沖向きの風速でice volumeをある程度説明することができた。これらの気象条件を用いて多変量解析を行い、回帰直線から衛星データが存在しない1950年代からのオホーツク海におけるice volumeの再現を気象データから試みている。

キーワード：オホーツク海、海氷厚、衛星高度計
Keywords: Sea of Okhotsk, sea-ice thickness, satellite altimeter

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Arctic Sea Ice Changes in the DAMIP experiments using the MRI Earth System Model

*相澤 拓郎[1]、石井 正好[2]、大島 長[2]、行本 誠史[2]、羽角 博康[1]
*Takuro Aizawa[1], Masayoshi Ishii[2], Naga Oshima[2], Seiji Yukimoto[2], Hiroyasu Hasumi[1]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 気象研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. Meteorological Reseaerch Institute

Arctic sea ice decreases rapidly with a temperature rise by Arctic amplification which is caused by an increase of the greenhouse gases. According to some studies, the Arctic Ocean is projected to become ice-free Ocean in the nature future. As sea ice melts due to the effect of sensible heat, it has a close relationship with air temperature. Although the historical temperature in the Arctic is well known by the previous observational studies, the historical sea ice variability hasn’t still understood sufficiently because of the lack of observations in pre-satellite era. Therefore, the modeling study will greatly contribute to the understanding of the Arctic climate change.

Meteorological Research Institute (MRI) has developed a new version of MRI Earth System Model (MRI-ESM2) for participating in the various Model Intercomparison Project (MIP), especially CMIP6 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 6). We conducted the CMIP6 historical experiment (1850-2014) and the DAMIP (Detection and Attribution MIP) experiments by MRI-ESM2. The DAMIP experiments consist of hist-GHG (Well-mixed greenhouse-gas-only historical simulations), hist-aer (Anthropogenic-aerosol-only historical simulations) and hist-nat (Natural-only historical simulations). The DAMIP experiments make it possible to the clarify the impacts of anthropogenic and natural forcing on the global warming. And the experiment will be able to estimate how the sea ice variability was influenced by the external anthropogenic and the natural forcing. The decadal to multi-decadal variability of the Arctic sea ice is seen in all experiments, but each experiment indicates some characteristic changes. The hist-GHG experiment shows a strongly decrease in the sea ice extent due to the rapid increase of the greenhouse gases. The hist-aer experiment indicates an expansion in the summer sea ice extent over the period to 1980 when the concentration of sulphate aerosols is peak out, which lead to the global and Arctic cooling. But over the period from 1980 to now, the summer sea ice extent shows a decrease. The hist-nat experiment shows a weakly decrease in the summer sea ice extent over the period from 1880 to 1940, since then the summer sea ice extent remains at the same level. Thus, our simulations show the historical summer Arctic sea ice extent and the contributions of the external anthropogenic and the natural forcing to the sea ice changes.

キーワード：北極の海氷変化、地球温暖化、エアロゾル
Keywords: Arctic sea ice change, Global warming, Aerosol

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Oceanographic Observation in the Refreezing Warm Chukchi Sea during 2018 Mirai Cruise

*小平 翼[1]、野瀬 毅彦[1]、早稲田 卓爾[1]、猪上 淳[2]
*Tsubasa Kodaira[1], Takehiko Nose[1], Takuji Waseda[1], Jun Inoue[2]

1. 東京大学、2. 国立極地研究所
1. The University of Tokyo, 2. National Institute of Polar Research

In November 2018, R/V Mirai entered Chukchi Sea to conduct observations with special attention to the Marginal Ice Zone (MIZ). Based on satellite SST measurements over Chukchi Sea, it is found that Chukchi Sea has a clear warming trend in the last decade. The warm Chukchi Sea enabled R/V Mirai to conduct rare observations in November to measure the refreezing ocean. The preliminary results of the hydrographic and velocity observation are presented. The repeated measurements along an observation line toward MIZ north of Hana Shoal showed temperature and salinity changes largely over the Chukchi slope compared to the shallow shelf.

キーワード：Chukchi Sea、SST
Keywords: R/V Mirai, MIZ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Observed Waves in the refreezing eastern Chukchi Sea during 2018 Mirai Cruise

Observed Waves in the refreezing eastern Chukchi Sea during 2018 Mirai Cruise

*早稲田 卓爾[1]、野瀬 毅彦[1]、小平 翼[1]、Kohout Alison[2]、Gemmrich Johannes[3]、Shen Hui[4]、Inoue Jun[5]
*Takuji Waseda[1], Takehiko Nose[1], Tsubasa Kodaira[1], Alison Kohout[2], Johannes Gemmrich[3], Hui Shen[4], Jun Inoue[5]

1. 東京大学、2. National Institute of Water and Atmospheric Research、3. University of Victoria、4. Bedford Institute of Oceanography、5. National Institute for Polar Research
1. The University of Tokyo, 2. National Institute of Water and Atmospheric Research, 3. University of Victoria, 4. Bedford Institute of Oceanography, 5. National Institute for Polar Research

The sea ice in the Pacific side of the Arctic Ocean starts to melt in August, retreats the most in September, and advances again in October. In November, in typical years, most of the Chukchi Sea is covered by ice. Waves generated in the open waters is largest in October. During the R/V Mirai (JAMSTEC) expedition in November 2018 (MR18–05C, PI J. Inoue), anomalously warm surface waters delayed freezing of Chukchi Sea providing a unique opportunity to observe ocean waves in the freezing period. A drifting wave buoy, ship-borne wave gauge, and satellite synthetic aperture radar data were analyzed to characterize the waves during that period. The drifting wave buoy was deployed at the edge of the Marginal Ice Zone, gradually migrated to the west, and eventually got trapped in the sea ice. During this period, the largest significant wave height observed by a buoy was 2.6 m. Once trapped in ice, the buoy-detected wave energy significantly reduced from the open water wave height detected by ship-borne wave gauge. The possible generation, decay, and propagation of waves in the ice-covered sea for on-ice and off-ice conditions will be discussed in conjunction with the obtained satellite SAR images.

キーワード：海氷波浪相互作用、氷縁域、チュクチ海、海洋地球研究船みらい、合成開口レーダー
Keywords: wave-ice interaction, Marginal Ice Zone, Chukchi Sea, R/V Mirai, SAR

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

グリーンランド北西部ボードインフィヨルドにおけるカービング氷河末端付近での係留系観測

Mooring measurement near a marine-terminating glacier in Bowdoin Fjord in northwestern Greenland

*藤支 良貴[1,2]、深町 康[1,3]、漢那 直也[3]、杉山 慎[1,3]
*Yoshiki Fujishi[1,2], Yasushi Fukamachi[1,3], NAOYA KANNA[3], Shin Sugiyama[1,3]

1. 北海道大学低温科学研究所、2. 北海道大学大学院環境科学院、3. 北海道大学北極域研究センター
1. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 2. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University , 3. Arctic Research Center, Hokkaido University

カービング氷河末端の水中融解は、グリーンランド氷床の質量損失において重要な役割を担っている (Straneo et al., 2013)。一方で、氷床から海洋への淡水流出量が近年増加しており、海洋生態系に与える影響が懸念されている。筆者らが観測を実施する、グリーンランド北西部においても大きな氷河変動が確認されており、例えばボードイン氷河で2008年以降急激な末端位置の後退が報告されている (Sakakibara et al., 2018)。しかしながら、グリーンランドのフィヨルドにおける長期海洋観測データは限られている。特に氷河近傍での観測例は少なく、氷河末端の水中融解を定量化する上で大きな不確定要素となっている。そこで本研究では、氷河近傍の海水特性の季節変動を明らかにすることを目的として、ボードイン氷河が流入するボードインフィヨルドにおいて流速、水温、塩分の係留観測を行った。

係留系は、氷河末端から約17 km(2016年8月から2018年7月、以下BF17)、および約1 km(2017年7月から2018年7月、以下BF01)に設置した。水深はBF17において約540 m、BF01は約180 mであった。BF17の係留系は、圧力センサー（DEFI2-D50HG、JFE Advantech）1台、水温計（NWT-SN、日油技研およびSBE56、Seabird) 7台、流向流速計（INFINITY-EM、JFE Advantech）1台、CTDセンサー（SBE-37SM、Seabird）1台で構成され、流向流速計と水温塩分センサーはそれぞれ527 m、530 m深に設置した。7台の水温計は，222、246、268、318、368、418、468 m深、水圧計は220 m深に設置した。BF01の係留系は流向流速計（INFINITY-EM、JFE Advantech）1台とCTDセンサー（SBE-37SM、Seabird）1台をそれぞれ167 m，170 m深に設置した。

観測の結果、BF17の海底付近で氷河へ向かう北向きの流速が生じた際に水温が低下する傾向が見られた。また、水温と塩分の変動は一年を通してよく一致しており、水温が上昇すると塩分が低下する傾向を示した。8–10月には二週間周期の水温変動が生じており、潮汐に起因した海水交換が示唆された。BF01の海底付近では、8月上旬に北向きの流速が増加した際に急速な水温低下が見られた。この変化は、近傍の気象ステーションで測定された日平均気温が正に転じる時期と一致しており、氷河底面からの融解水流出が開始したことを示唆している。また、BF01の底層における水温と塩分の変動の相関関係はBF17とは異なり、一年を通じて水温が上昇すると塩分も上昇する傾向を示した。BF17とBF01のどちらも、水温の変動は冬から春にかけて比較的小さい。この結果は、フィヨルドが11月から6月にかけ海氷に覆われるためと考えられる。以上の結果より、夏期のフィヨルドの海水交換において潮汐が大きな役割を担っていること、また氷河末端付近の海水特性は夏期に融解水の影響を強く受けることが明らかとなった。今後、風速や気圧などの気象データと海水特性・循環の相関関係や、二つの係留地点間の相関関係を解析する予定である。

謝辞
本研究は、ArCS北極域研究推進プロジェクトの支援を受けて実施した。

参考文献

Straneo F., et al., (2013): Challenges to understanding the dynamic response of Greenland’s marine terminating glaciers to oceanic and atmospheric forcing. *Amer. Meteor. Soc.*, 94, 1131–1144

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Sakakibara D., et al. (2018) Ice front and flow speed variations of marine-terminating outlet glaciers along the coast of Prudhoe Land, northwestern Greenland. J. Glaciol., 64(244), 300–310

キーワード：グリーンランド、フィヨルド、海洋性氷河
Keywords: Greenland, Fjord, Marine-terminating glacier

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-DS 防災地球科学

2019年5月30日(木) 13:45 ~ 15:15 | 106 1F

[H-DS15] 人間環境と災害リスク

コンビーナ:青木 賢人(金沢大学地域創造学類)、近藤 久雄(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)、座長:青木 賢人(金沢大学地域創造学類)

自然と人間が織りなす多様な環境の中に内在し、時に顕在化する災害リスクを、自然科学、人文・社会科学等の視点から多角的に検証する。東日本大震災で明らかになった災害予測の不確実性や低頻度巨大災害の問題や、ハザードマップの作成・利用法の改善、環境変動・社会変容や持続性を考慮した復興計画・国土計画、防災に関する国際協力、活断層や液状化の諸問題、地域特性に応じた減災計画、防災支援の技術開発、防災教育など、総合的に議論する。

13:45 ~ 14:00

[HDS15-01] 空中写真判読と浅部物理探査結果の対比による埋土層の不均質分布とその液状化・流動化

*稲崎 富士[1]、小河原 敬徳[1] (1.土木研究所 つくば中央研究所 地質・地盤研究グループ)

14:00 ~ 14:15

[HDS15-02] 2018年北海道胆振東部地震に伴い変動した谷埋め盛土造成地の分布形態

*中埜 貴元[1]、藤原 智[1]、宇根 寛[1] (1.国土交通省国土地理院)

14:15 ~ 14:30

[HDS15-03] 自然堤防の比高による液状化危険度の違いについて

*小荒井 衛[1]、内山 滉太[1]、中埜 貴元[2] (1.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース、2.国土地理院)

14:30 ~ 14:45

[HDS15-04] **大規模水害時における社会的脆弱性の空間的分析−東京都葛飾区を事例に−**

*連 暁[1] (1.筑波大学)

14:45 ~ 15:00

[HDS15-05] 南海トラフ巨大地震に関する見通しの可視化の意義と方法

*福島 洋[1] (1.東北大学災害科学国際研究所)

15:00 ~ 15:15

[HDS15-06] リアルタイム防災情報を活用した効率的な津波避難の検討

*大石 裕介[1,2,3]、古村 孝志[2]、今村 文彦[3]、三原 宜輝[4]、牧野嶋 文泰[3]、山下 啓[3]、東山 孝生[5]、後藤 知範[5]、大村 誠[4]、永山 実幸[4] (1.富士通研究所、2.東京大学地震研究所、3.東北大学災害科学国際研究所、4.川崎市総務企画局危機管理室、5.富士通株式会社)

空中写真判読と浅部物理探査結果の対比による埋土層の不均質分布とその液状化・流動化

Influence of inhomogeneous structure in surficial reclaimed body traced by aerial photos and delineated by near surface geophysical survey at Makuhari-Kaihin Park liquefied by the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake.

*稲崎 富士[1]、小河原 敬徳[1]
*Tomio INAZAKI[1], Takanori Ogahara[1]

1. 土木研究所 つくば中央研究所 地質・地盤研究グループ
1. Public Works Research Institute, Tsukuba Central Institute

2011年東北地方太平洋沖地震では東京湾臨海部の埋立地や関東平野域の河川沿い堤防盛土などで大規模な液状化が発生した．その後の現地調査によって，この液状化が表層の人工地盤部で集中的に発生したこと，人工地盤内部の不均質構造が液状化の局所的発生と被害形態に影響することがわかってきた．

筆者は同地震で大規模な液状化現象が発生した海浜幕張地区の幕張海浜公園B地区において詳細な浅部物理探査・地盤調査を実施した（稲崎，2013）．当該サイトでは最表層の公園造成改良土（層厚約1m）の下に約8m厚の覆土・浚渫埋土が分布し，その下位に海成砂主体の自然地層が分布する．また浅部物理探査によって人工地盤部が低S波速度で特徴づけられることを示した．しかし液状化の特徴的な出現形態，すなわち公園縁辺部の植栽との境界部に弧状の亀裂脈が形成され，本震後に液状化が発生し同期してカーテン状に砂を噴出した，を説明可能な浅部地盤モデルを解釈することはできていなかった．

今回 1973年から1987年にかけて各年に同地区を撮影した空中写真を入手し埋立て過程を追跡した．その結果同公園B地区は埋立区が2つに分かれており，北側が先に造成されたこと，列状のサンドポンプから散布された砂が南ブロック内に羊歯状に堆積していたこと，サンドポンプによる湿式埋立て後に重機による乾式覆土が北側から形成されたこと，などを判読することができた．

これらの時空間情報を基に浅部地盤探査結果を再分析し，液状化過程を解釈した．まず最表層の造成改良土はキャップ層としてふるまい地表亀裂の分布を規制した．湿式埋土層中の砂卓越部で液状化が発生し人工地盤がブロック状に振動した．それに伴い湿式埋土層中の粘性土層は大規模変形を受け流動化した．自然地層とその構造はこのサイトでの液状化に寄与していない．液状化・流動化は対象サイトのほぼ全域で発生しており，地表で観察された亀裂と噴砂はその結果として生じた地表現象である．したがって地表の噴砂列・亀裂分布のみからサイトの液状化現象を説明することは本来的に不十分である．

巨大地震による埋立地の液状化・流動化を理解するには，埋立て過程の詳細な時空間的解析と浅部地盤に対する稠密かつ総合的な現地調査が不可欠である．本研究は地震40年前からの空中写真の判読と地震後の現地での浅部物理探査，オールコア試料分析の組み合わせが液状化現象の理解に極めて有用であることを示した．

キーワード：東北地方太平洋沖地震、埋土、液状化、流動化、浅部物理探査、空中写真判読
Keywords: 2011 off the Pacific Coast Tohoku Earthquake, reclaimed land, liquefaction, fluidization, near surface geophysics, aerial photo interpretation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2018年北海道胆振東部地震に伴い変動した谷埋め盛土造成地の分布形態
Distribution morphology of deformed reclaimed valley associated with the 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake

*中埜 貴元[1]、藤原 智[1]、宇根 寛[1]
*Takayuki Nakano[1], Satoshi Fujiwara[1], Hiroshi Une[1]

1. 国土交通省国土地理院
1. GSI of Japan

１．はじめに

2018年9月6日に発生した2018年北海道胆振東部地震（M6.7）においては、山間地や丘陵地において斜面崩壊が多発し、甚大な被害が生じた（砂防学会，2018など）。併せて、札幌市清田区を中心とした谷埋め盛土造成地においても液状化等を起因とする盛土の流動現象が生じ、宅地や社会インフラに甚大な被害が生じた（地盤工学会・土木学会，2018など）。この谷埋め盛土の変動現象を議論するためには、盛土分布とその形状を知る必要があるが、国土交通省の「大規模盛土造成地の変動予測調査ガイドライン」に基づいて作成されたと考えられる既往の盛土分布図では、基準面積（3,000m^2）以上のものも省略されており、詳細な分布は明らかにされていなかった。そこで、造成前の空中写真からSfM-MVS技術によりDSMを作成し、フィルタリング処理により擬似的なDEMとして用い、造成後のDEMと差分をとることで谷埋め盛土造成地の分布形態を明らかにした。また、地表変位を検出可能な干渉SARの結果から、当該地区の変位分布を抽出し、谷埋め盛土分布と比較した。本発表ではこれらの結果を報告する。

２．対象地区と手法

谷埋め盛土造成地の分布図作成は、札幌市清田区と厚真町の地盤災害発生区域周辺を対象に実施した。造成前のDSM作成に用いた空中写真はそれぞれ国土地理院が1960年代と1970年代に撮影した空中写真である。空中写真はいずれも44枚使用した。DSMの生成にはAgisoft製Metashape Professional (旧PhotoScan）を用い、DSMのフィルタリング処理は中埜（2017）に従い、一定領域内の最低値を取得する方法を採用した。SfM処理においては、造成前後で変化のない地点にそれぞれ35点、20点のGCPを配置した。造成後のDEMは基盤地図情報5mDEMを用いた。

SAR干渉画像は、JAXAのだいち2号（ALOS-2）のデータを用いて国土地理院が解析したもののうち、2018年8月23日と2018年9月6日のペアによる干渉画像を用いた。

３．結果と考察

札幌市清田区周辺では、既往の盛土分布図よりも複雑に入り組んだ樹枝状の盛土分布図が得られた。地盤被害が大きかった里塚地区では、盛土厚は最大で15m程度であった。なお、SfM処理におけるGCPの高さ方向の残差のRMSEは約1.2mであったため、盛土厚にもその程度の誤差が含まれているが、ほとんどの高さ方向の残差は0.2m以下であり、一部の箇所を除いて誤差は小さいと考えられる。この盛土分布図とSAR干渉画像を比較すると、盛土域で衛星から遠ざかる変動またはコヒーレンスが低下したことによる非干渉領域が確認できた。この非干渉領域は現地で大きな地盤被害が確認されている箇所に相当し、衛星から遠ざかる変動域では盛土のわずかな沈下または滑動的変動が生じた可能性がある。

厚真町の造成地では最大厚が10mに満たない小規模な盛土が確認できた。SfM処理におけるGCP高さ方向の残差のRMSEは約0.8mであり、盛土厚にもこの程度の誤差が含まれている。この地点では地表の亀裂等が現地で確認されており（飯場・永井，2018など）、盛土の滑動的変動に伴う変形が生じたと考えられる。なお、この地点のSAR干渉画像は非干渉領域となっており、盛土の変動は検出できていない。

４．今後の課題

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

空中写真とSfM-MVS処理及びフィルタリング処理により擬似DEMを作成することで、比較的簡易かつ迅速に盛土分布の概要を把握することができた。また、干渉SARにより発災直後の地表変動箇所検出を迅速に行える可能性が示された。ただし、擬似DEMの作成は造成前が山林地であった場合には大きな誤差を含むことになるため、注意が必要であるとともに、より効果的かつ迅速に行えるフィルタリング処理方法の検討が必要である。今回のような盛土造成地の被害を含め、地盤災害は旧地形と深く関わることから、造成前DEM等を含めた地形特性情報の整備が望まれる。最後に、本地震により被害に遭われた方々に心よりお見舞い申し上げます。

謝辞：だいち2号（ALOS-2）データの所有権は、宇宙航空研究開発機構（JAXA）にあります。このデータは、だいち2号に関する国土地理院とJAXA間の協定に基づき提供されたものです。

引用文献：

飯場・永井（2018）：北海道胆振東部地震の被害調査報告書（速報） 基礎地盤関連.
地盤工学会・土木学会（2018）：北海道胆振東部地震による液状化被害.
中埜（2017）：科学研究費助成事業研究成果報告書，課題番号15K16288.
砂防学会（2018）：平成30年北海道胆振東部地震土砂災害緊急調査団第一次調査団調査報告.

キーワード：2018年北海道胆振東部地震、谷埋め盛土、SfM-MVS、干渉SAR
Keywords: The 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake, reclaimed valley, SfM-MVS, InSAR

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

自然堤防の比高による液状化危険度の違いについて
Liquefaction risk evaluation using relative height data of natural levee

*小荒井 衛[1]、内山 滉太[1]、中埜 貴元[2]
*Mamoru Koarai[1], Kouta Uchiyama[1], Takayuki Nakano[2]

1. 茨城大学理学部理学科地球環境科学コース、2. 国土地理院
1. Earth Science course, College of Science, Ibaraki University, 2. Geospatial Information Authority of Japan

中埜ほか(2015)の液状化危険度評価では、自然堤防の危険度を比高が5mの閾値で評価を区分しているが、実際に比高が5m以上の自然堤防は中川低地・加須低地・利根川下流域においてはほとんど存在せず、評価区分に改良の余地がある。以前は液状化評価を比高の根拠となる標高データは25000分の1地形図の等高線から作成していたので、5m以上の精度で細分化できなかったため閾値を5mで設定した可能性が高い。しかし現在は航空レーザから作成した精度数10cmの標高データを使用することが可能なため、評価区分の閾値の精度を良くすることができると考えられる。

本研究では、利根川下流域を対象に東北地方太平洋沖地震で液状化が発生した自然堤防の比高を調査した。GISを用いて、数値地図25000(土地条件)、5mDEMデータ(標高)、国土交通省関東地方整備局・公益社団法人地盤工学会(2011)による東北地方太平洋沖地震による液状化発生範囲図を重ね合わせた。そして、液状化が発生した自然堤防の標高とその自然堤防に隣接する自然堤防以外の地形（主に後背低地か海岸平野・三角州）の標高から比高を算出した。中埜ほか(2015)の自然堤防の危険度評価は自然堤防の比高5mを境に別の危険度を割り当てているが、本研究の結果から比高の閾値を変更した液状化ハザード評価基準を作成し、その評価基準に基づいた比高ごとの自然堤防における液状化発生率（液状化した自然堤防の5mグリッド数／全自然堤防の5mグリッド数）を求めた。

0.5m単位で比高を区分して自然堤防の液状化発生率を求めたところ、地域による違いがあるものの、比高1.5m～2.5mの間で急激に発生率が減少する、もしくは比高が1.5m～2.5mより大きくなると漸次的に発生率が減少するという結果であった。そこで、自然堤防の比高の閾値としては、2mまたは3mで設定するのが適切ではないかと考え、それぞれの閾値で自然堤防を二分して液状化発生率を求め、他の地形種の液状化発生率と比較しているところである。

キーワード：液状化ハザードマップ、自然堤防、比高
Keywords: liquefaction hazard map, natural levee, relative height

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大規模水害時における社会的脆弱性の空間的分析−東京都葛飾区を事例に−

Spatial Analysis of Social Vulnerability to large-scale flood: a case study on the Katsushika Ward, Tokyo

*連 曉[1]
*LIAN XIAO[1]

1. 筑波大学
1. University of Tsukuba

地球温暖化に伴う水害の規模と頻度の増加が指摘されている。一方、高齢化や人口構造の変化、適応策の欠如等による水害の脆弱性が増加されている。水害の脆弱性を低減し、適応能力を増加する必要がある。社会的脆弱性を評価することは水害の脆弱性を低減し、適応能力を増加するためには重要なステップである。

本研究では、MOVEフレームワーク（災害脆弱性評価フレームワーク）を参考にして、社会的脆弱性を曝露度、感受性、対応能力という三つの側面から分析する。具体的には14の指標で社会的脆弱性を評価する指標体系を構築し、情報エントロピー法と地理情報システム（GIS）を用いて、東京都葛飾区の水害の社会的脆弱性の空間的分布を明らかにする。

キーワード：GIS、大規模水害、社会的脆弱性
Keywords: GIS, large-scale flood, Social Vulnerability

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南海トラフ巨大地震に関する見通しの可視化の意義と方法
Importance and method of visualization of future occurrence possibilities of giant earthquakes along the Nankai trough

*福島 洋[1]
*Yo Fukushima[1]

1. 東北大学災害科学国際研究所
1. International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University

地震の起こり方は多様であり、確率的な予測しかできない。将来的に、特定の地震については「○○の現象が観測されているので、○日（時間）の間に、○○の地震が発生する可能性が極めて高い」といった確度の高い地震発生予測（地震予知）が可能となるかもしれないが、少なくとも現在の地震科学のレベルにおいては、このような地震予知の実現性は見えていない。

現在、今後数十年以内の発生が懸念されている南海トラフ巨大地震に関して、その発生確率が相対的に高まったと評価できるような現象が観測された場合の防災対応についての検討が内閣府中央防災会議下のWG（以下、内閣府WG）を中心に進められている。史料調査や地震観測等から、南海トラフ巨大地震は100-150年程度の平均繰り返し周期を持っていること、紀伊半島沖を境にして西側と東側でわずかな時間差（数年以内）をおいて別の地震が発生する場合や両側が同時に破壊される場合があること、普段はプレート境界面での地震はあまり起こっていないこと等がわかっている。

2018年12月に出された内閣府WGの報告書「南海トラフ沿いの異常な現象への防災対応のあり方について（報告）」では、このような現状を背景に、西側か東側のいずれかが破壊されるような「片割れ」地震（マグニチュード８級）の際に、もう片方の未災地が取るべき対応のあり方について重きを置いてまとめられている。規模のより小さい「一部割れ」地震（マグニチュード７級）や、巨大地震発生につながる可能性があるゆっくりすべりが観測された際の考え方についても述べられているが、いずれも、国として踏み込んだ対策の方針は示されていない。つまり、起こりうる現象は基本的に不確実であるものの、そのなかでも相対的に不確実性が小さいこと、切迫性がより大きい場合に焦点を絞って書かれている。

根拠に乏しい現象・不確実性の大きい事象への対応は難しいという観点から、内閣府WGの考え方は妥当なものと考えられるが、一方で、甚大な被害が想定される地元の地方自治体、公共団体、企業等においては、不確実性も考慮したうえで、より高度な判断をしたいというニーズもあるであろう。実際に地震が発生しなくとも、何らかの異常な自然現象が発生すれば、それに社会が反応し、地方自治体、公共団体、企業等が特別の対応を取らねばならないケースも想定される。このようなことを考えると、これらの組織が、どのような（非定常な）自然現象が発生する可能性があって、それがどのように推移していく可能性があるのかを理解し、起こりうる社会の現象についてあらかじめ想定しておくことは有意義であろう。そのためのツールとして、火山等でも使われている事象系統樹は有効であろう。その開発にあたっては、現場と協働し、ニーズも踏まえながら進めていくことが重要であると思われる。

キーワード：南海トラフ巨大地震、地震発生予測
Keywords: Nankai Trough Giant Earthquakes, Earthquake Forecast

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

リアルタイム防災情報を活用した効率的な津波避難の検討
Investigation of efficient tsunami evacuation using real-time disaster information

*大石 裕介[1,2,3]、古村 孝志[2]、今村 文彦[3]、三原 宜輝[4]、牧野嶋 文泰[3]、山下 啓[3]、東山 孝生[5]、後藤 知範[5]、大村 誠[4]、永山 実幸[4]
*Yusuke Oishi[1,2,3], Takashi Furumura[2], Fumihiko Imamura[3], Yoshiteru Mihara[4], Fumiyasu Makinoshima[3], Yamashita Kei[3], Takao Higashiyama[5], Tomonori Goto[5], Makoto Oomura[4], Mitsuyuki Nagayama[4]

1. 富士通研究所、2. 東京大学地震研究所、3. 東北大学災害科学国際研究所、4. 川崎市総務企画局危機管理室、5. 富士通株式会社
1. Fujitsu Laboratories Ltd., 2. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo, 3. IRIDeS, Tohoku University, 4. Kawasaki City, 5. Fujitsu Ltd.

１．はじめに

近年、沖合での津波観測網の拡大やその高速解析技術の発達などにより、リアルタイム防災情報の発信が可能となりつつある。また、東日本大震災の際には、音声通話の大半が規制される中、パケット通信は比較的繋がる状況が続きスマホのSNS機能等が情報共有において重要な役割を果たしており、今後はスマホなどを通して得られるリアルタイム防災情報の避難への活用が期待できる。そこで本研究では、津波避難におけるリアルタイム防災情報の有効な活用に向けて、スマホアプリによるリアルタイム情報の提供が避難行動に与える影響を評価するため、津波避難の実証実験を実施した。

２．津波避難実証実験

平成30年12月９日の川崎市津波避難訓練において行った実証実験では、避難路において地震による建物倒壊、火災、液状化などによる通行不可地点を設定し、「通行不可」と記されたパネルを持った係員を配置した。実証実験参加者は通行不可地点に遭遇した際、スマホアプリによってその地点の位置情報の投稿を行い、投稿された情報は他の参加者のアプリ画面上にリアルタイムに共有された。本実証実験への参加者は、地域住民の他、事前に参加を募った中高生や関係者などを含む84名であった。

避難行動は、スマホの位置測定機能により、位置情報の時系列データとして取得した。また、通行不可地点に関するリアルタイム防災情報が避難行動に与える影響を評価するため、実験参加者のうち関係者24名を2グループに分け、片方のグループのスマホアプリでは上述の通行不可地点の投稿・共有機能を無効（防災情報無し）にした。その結果、防災情報有りのグループには、通行不可地点への遭遇回数が減り効率的な避難経路選択に成功した避難者が複数みられ、リアルタイム防災情報の有効性が確認された。しかしながら、グループ毎の平均値を比べると、防災情報有りのグループは避難距離が若干短くなったものの、避難時の平均歩行速度が遅く、避難時間の改善には繋がらなかった。平均歩行速度を比較したところ、防災情報無しでは 4.9km/h であり、防災情報有りでは 4.7km/h と、情報有りで減速していることがわかった。平均歩行速度を低下させる要因としては、分かれ道や通行不可地点付近でのスマホを用いた避難路の検討、あるいは通行不可地点の投稿のための立止まりが挙げられ、防災情報有りのグループ12名中で9名に、避難行動中の10秒以上の立止まりが見られた。

３．今後の課題

リアルタイム防災情報がかえって避難路の検討などのための立止まり時間を長引かせた原因として、情報の

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

精度の低さが挙げられる。実験参加者のアンケートにおいても、「間違った通行不可地点情報のために、どこの道も通れなくなった」といった意見が複数見られた。通行不可地点の投稿74件のうち、誤差が20 m 以内の正確な投稿は40件（全体の54.8%）であった。不確かな情報はその参照や解釈自体に時間を要するため、避難遅れにつながる可能性が高い。今後、リアルタイム防災情報を有効に活用した効率的な避難の実現には、情報の質を保つことが重要であり、また情報を基に、時間をかけずに次の行動を決められるような、分かりやすい情報提供手段の検討が不可欠である。

キーワード：津波、避難、スマートフォンアプリ
Keywords: tsunami, evacuation, smartphone application

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-DS 防災地球科学

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_7

[H-DS15] 人間環境と災害リスク

コンビーナ:青木 賢人(金沢大学地域創造学類)、近藤 久雄(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)

自然と人間が織りなす多様な環境の中に内在し、時に顕在化する災害リスクを、自然科学、人文・社会科学等の視点から多角的に検証する。東日本大震災で明らかになった災害予測の不確実性や低頻度巨大災害の問題や、ハザードマップの作成・利用法の改善、環境変動・社会変容や持続性を考慮した復興計画・国土計画、防災に関する国際協力、活断層や液状化の諸問題、地域特性に応じた減災計画、防災支援の技術開発、防災教育など、総合的に議論する。

[HDS15-P01] Validity Verification in Typhoon Disaster Prevention Model for Typhoon Damage Reduction– GUST Wind Speed, Maximum Wind Speed -

*Woo-Sik JUNG[1]、Hana Na[1] (1.Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea)

[HDS15-P02] A Study on the Assimilation of Meteorological Data and Sea Surface Temperature Data for Improving the Accuracy of WRF Prediction during Typhoon periods on the Korean Peninsula

*Woo-Sik JUNG[1]、Hana Na[1] (1.Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea)

[HDS15-P03] Validation and application of a finite element approach on field mechanically stabilized earth walls with secondary reinforcement

*BING-RU WU[1]、CHIH-HSUAN LIU[1]、CHING HUNG[1] (1.National Cheng Kung University)

[HDS15-P04] **EXPERIMENTAL STUDY ON POLYUREA-COATED RC SLAB SUBJECTED TO CONTACT EXPLOSIONS**

*Minghsien Wu[1]、Yingkuan Tsai[1]、Chien-Hsien Liu[1]、Pang-Ting Pai[1]、Feng-Cheng Yang[1]、Chun-Chia Huang[1] (1.Chung Cheng Institute of Technology National Defense University)

[HDS15-P05] Simulation and field investigation of scour and sediment transport after Dam removal in the mountainous creek in Central Taiwan

*Chunhung WU[1] (1.Feng Chia University)

[HDS15-P06] 平成30年7月豪雨における外水氾濫の素因の検討と体系化

*木村 佳菜子[1]、須貝 俊彦[2] (1.東京大学、2.東京大学大学院新領域創成科学研究科)

[HDS15-P07] ハザードマップポータルサイトにおける災害リスク情報の拡充と提供方法の高度化

*上芝 卓也[1]、藤井 夢佳[1]、吉松 直貴[1]、髙桑 紀之[1]、山崎 航[1]、諏訪部 順[1] (1.国土地理院)

[HDS15-P08] 確率論的断層変位ハザード解析における主断層評価式に関する検討―既知の活断層との関連性の考慮―

*神田 剛[1]、高尾 誠[1]、金戸 俊道[1]、荒川 武久[1] (1.東京電力ホールディングス株式会社)

[HDS15-P09] 2014年8月豪雨で発生した広島市の土石流災害における土砂堆積量の分布特性

*内山 庄一郎[1]、須貝 俊彦[2] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所、2.東京大学)

[HDS15-P10] 紀伊半島沿岸における津波被災後の土地利用変遷とその課題

*沖館 健太[1]、青木 賢人[2] (1.金沢大学人文学類、2.金沢大学地域創造学類)

[HDS15-P11] 米軍空中写真を用いた1947年カスリーン台風における河川氾濫に伴う赤城山南麓の建物被害の復元と建物被害集中域の土地条件の検討

*青山 雅史[1]、齋藤 由樹[2] (1.群馬大学教育学部、2.群馬大学大学院生)

Validity Verification in Typhoon Disaster Prevention Model for Typhoon Damage Reduction –GUST Wind Speed, Maximum Wind Speed -

*Woo-Sik JUNG[1], Hana Na[1]

1. Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea

In recent years, as the intensity of typhoons affecting the Korean peninsula has become stronger due to global warming resulting from climate change, studies on typhoons attacking the Korean peninsula are being increasingly carried out. Many previous studies have constructed typhoon disaster prevention models for estimating the maximum wind speed of the 3-second gust that can occur during a typhoon. In addition, such studies have enabled the establishment of foundational materials for the typhoon disaster prevention system. However, there have been few studies on the validity of the maximum possible wind speed of the 3-second gust, as estimated by the typhoon disaster prevention model. Therefore, in this study, validity analysis was carried out via verification using the observed 3-second gust values. For the verification, the GUST wind speed data from marine meteorological buoys (which serves as the basis of maximum wind speed) monitored by the Korea Meteorological Administration, and maximum instantaneous wind speed data from lighthouse observation, were used. In addition, this study compared and analyzed the 3-second gust values observed at points located within the radius of the maximum wind speed, and at points located outside the radius of the maximum wind speed during the typhoon season. The points within the radius of the maximum wind speed showed a more similar trend to the observed values than the points outside the radius. In addition, the points within the radius better simulated the maximum wind speed. Moreover, the 3-second gust values calculated by the typhoon disaster prevention model were slightly greater than the observed values at almost all points. From the viewpoint that the calculated value is the maximum possible wind speed, it is considered to provide useful information in terms of pre-disaster prevention regarding typhoon damage. As a result of comparing the wind speeds at the 10 m altitude (which were obtained from the typhoon prevention model by categorizing the Korean peninsula into inland, coastal, and island regions), with the observed values, the island region, showed the best results (due to the presence of fewest obstacles on the ground), followed by the coastal, and inland regions. This study suggests that the 3-second gust is a justified parameter to be used in the typhoon disaster prevention model. Therefore, the typhoon disaster prevention model can be efficiently applied to the typhoon disaster prevention system.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

Keywords: Typhoon Disaster Prevention Model, Gust, Maximum WInd Speed

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Validity Verification in Typhoon Disaster Prevention Model for Typhoon Damage Reduction – GUST Wind Speed, Maximum Wind Speed -

Woo-Sik Jung, Hana Na

In recent years, as the intensity of typhoons affecting the Korean peninsula has become stronger due to global warming resulting from climate change, studies on typhoons attacking the Korean peninsula are being increasingly carried out. Many previous studies have constructed typhoon disaster prevention models for estimating the maximum wind speed of the 3-second gust that can occur during a typhoon. In addition, such studies have enabled the establishment of foundational materials for the typhoon disaster prevention system. However, there have been few studies on the validity of the maximum possible wind speed of the 3-second gust, as estimated by the typhoon disaster prevention model. Therefore, in this study, validity analysis was carried out via verification using the observed 3-second gust values. For the verification, the GUST wind speed data from marine meteorological buoys (which serves as the basis of maximum wind speed) monitored by the Korea Meteorological Administration, and maximum instantaneous wind speed data from lighthouse observation, were used. In addition, this study compared and analyzed the 3-second gust values observed at points located within the radius of the maximum wind speed, and at points located outside the radius of the maximum wind speed during the typhoon season. The points within the radius of the maximum wind speed showed a more similar trend to the observed values than the points outside the radius. In addition, the points within the radius better simulated the maximum wind speed. Moreover, the 3-second gust values calculated by the typhoon disaster prevention model were slightly greater than the observed values at almost all points. From the viewpoint that the calculated value is the maximum possible wind speed, it is considered to provide useful information in terms of pre-disaster prevention regarding typhoon damage. As a result of comparing the wind speeds at the 10 m altitude (which were obtained from the typhoon prevention model by categorizing the Korean peninsula into inland, coastal, and island regions), with the observed values, the island region, showed the best results (due to the presence of fewest obstacles on the ground), followed by the coastal, and inland regions. This study suggests that the 3-second gust is a justified parameter to be used in the typhoon disaster prevention model. Therefore, the typhoon disaster prevention model can be efficiently applied to the typhoon disaster prevention system.

Acknowledgement

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A Study on the Assimilation of Meteorological Data and Sea Surface Temperature Data for Improving the Accuracy of WRF Prediction during Typhoon periods on the Korean Peninsula

*Woo-Sik JUNG[1], Hana Na[1]

1. Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea

Typhoons affecting the Korean peninsula and the surrounding regions originate in the Western Pacific Ocean. The SST around Korean peninsula are increasing at a more rapid rate than the rate of global SST. Consequently, the intensity of typhoons affecting the Korean peninsula will become stronger. Therefore, studies on the implementation of the typhoon disaster prevention system, to minimize the damage by predicting the maximum possible wind speed at the time of the influence of the typhoon, were carried out. In addition, recent studies have used the WRF model, which is useful for work-site operation and research. It is suitable for work-site operation as well as research to emulate the high-resolution data of the typhoon disaster prevention model. In this study, SST data and FDDA data were assimilated to produce the optimal WRF results. The results obtained were used as input data to the typhoon disaster prevention model, which is part of the typhoon disaster prevention system. This study selected Typhoon Bolaven (that moved north to the Yellow Sea and greatly damaged the metropolitan area in the Korean peninsula), and used WRF 3.5.1 version for data evaluation. The RDAPS numerical model data of the Korea Meteorological Administration were used as the model input data, and the OSTIA data were used as the SST data. For the FDDA data assimilation (OBS nudging), the sensitivity test was performed using the wind speed and temperature data of vertical and synoptic observations in the Korean peninsula region. As a results of time series analysis and statistical analysis, the maximum wind speed difference was about 5 m/s when the input data were applied differently. High-resolution sea surface temperature data assimilation yielded better results than the meteorological data assimilation. When the meteorological data assimilation and high-resolution sea surface temperature data assimilation were applied simultaneously, better results were obtained than under individual data assimilation cases. If the maximum possible wind speed of the 3-second gust that can occur during a typhoon is estimated using the optimal high-resolution results, the damage due to the typhoon will be effectively reduced through accurate prediction.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

Keywords: WRF, Typhoon, SST

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A Study on the Assimilation of Meteorological Data and Sea Surface Temperature Data for Improving the Accuracy of WRF Prediction during Typhoon periods on the Korean Peninsula

Woo-Sik Jung, Hana Na

Typhoons affecting the Korean peninsula and the surrounding regions originate in the Western Pacific Ocean. The SST around Korean peninsula are increasing at a more rapid rate than the rate of global SST. Consequently, the intensity of typhoons affecting the Korean peninsula will become stronger. Therefore, studies on the implementation of the typhoon disaster prevention system, to minimize the damage by predicting the maximum possible wind speed at the time of the influence of the typhoon, were carried out. In addition, recent studies have used the WRF model, which is useful for work-site operation and research. It is suitable for work-site operation as well as research to emulate the high-resolution data of the typhoon disaster prevention model. In this study, SST data and FDDA data were assimilated to produce the optimal WRF results. The results obtained were used as input data to the typhoon disaster prevention model, which is part of the typhoon disaster prevention system. This study selected Typhoon Bolaven (that moved north to the Yellow Sea and greatly damaged the metropolitan area in the Korean peninsula), and used WRF 3.5.1 version for data evaluation. The RDAPS numerical model data of the Korea Meteorological Administration were used as the model input data, and the OSTIA data were used as the SST data. For the FDDA data assimilation (OBS nudging), the sensitivity test was performed using the wind speed and temperature data of vertical and synoptic observations in the Korean peninsula region. As a results of time series analysis and statistical analysis, the maximum wind speed difference was about 5 m/s when the input data were applied differently. High-resolution sea surface temperature data assimilation yielded better results than the meteorological data assimilation. When the meteorological data assimilation and high-resolution sea surface temperature data assimilation were applied simultaneously, better results were obtained than under individual data assimilation cases. If the maximum possible wind speed of the 3-second gust that can occur during a typhoon is estimated using the optimal high-resolution results, the damage due to the typhoon will be effectively reduced through accurate prediction.

Acknowledgement

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Validation and application of a finite element approach on field mechanically stabilized earth walls with secondary reinforcement

*BING-RU WU[1], CHIH-HSUAN LIU[1], CHING HUNG[1]

1. National Cheng Kung University

Mechanically stabilized earth (MSE) walls have been used widely to prevent slopes from natural disasters around the world. The typical vertical spacing of geosynthetic reinforcement used in the practical MSE wall may cause high reinforcement connection strength and lead to wall-facing bulging. Previous studies show that installing short (secondary) reinforcement layers in-between primary reinforcement layers could mitigate these problems by reducing wall facing deflection and primary reinforcement strains, increasing the wall internal stability, alleviating down-drag forces behind the wall facing, and so on. Although the performance of the secondary reinforcement has been widely examined, its controlling factors (i.e., length, spacing, distribution) on the behavior of MSE wall are scarcely studied. In this study, a finite element approach was validated via a benchmark field case and was applied to understand the effect of the controlling factors on the behavior of MSE wall as well as giving a guidance on the design of MSE wall with secondary reinforcement.

Keywords: retaining structure, MSE wall, controlling factors, secondary reinforcement, finite element

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

EXPERIMENTAL STUDY ON POLYUREA-COATED RC SLAB SUBJECTED TO CONTACT EXPLOSIONS

*Minghsien Wu[1], Yingkuan Tsai[1], Chien-Hsien Liu[1], Pang-Ting Pai[1], Feng-Cheng Yang[1], Chun-Chia Huang[1]

1. Chung Cheng Institute of Technology National Defense University

Global terrorism is on the rise as the number of attacks soared, puts the world under the threat of car bomb, suicide bomb and so forth, and causes a huge amount of loss of life and property. Current buildings and infrastructures are mostly constructed using reinforced concrete, due to the brittleness of concrete material, when a structure subjected to blast loadings, the phenomena such as cracking and spalling at the proximal face of the target, and the ejection of fragments from the distal face of the loaded surface can be observed. These types of damage or failure could severely harm to the structural stability and the safety of people and equipment inside the building. Thus, the blast resistance of buildings has become an important issue in structural design and evaluation. Considering the high tensile strength and excellent impact resistance of polyurea materials, it is expected that the blast performance of a reinforced concrete element can be enhanced by coating this material onto its surface.

The purpose of this study is to investigate the blast performance of the polyurea coating on reinforced concrete slabs by conducting a series of filed explosion tests. The size of the specimen is 50cm×50cm×15cm. Four pieces of RC slabs were tested: RC slab without coating, RC slabs with coating on the front face, coating on the back face, and coating on the both faces. The thickness of coating is 3 mm. The specimens were fixed on a steel frame and detonated at the center of the test surface with a size of 5cm×5cm×2.5cm of 100g C4 rectangular explosive. The size and depth of the damage area on the front and back of the RC slabs were measured and evaluated by developing 3D models with point clouds from photographs.

The results show that when the unreinforced RC slabs is subjected to contact explosion, cratering will occur on the front side of the specimen and spalling will occur on the back side of the specimen; and when the RC slabs is coated on the front side of the specimen, the polyurea reinforcing layer at the contact explosion site is destroyed, but the damage degree were reduced; and in the case of the back-explosive surface reinforcement, the damage range of the cratering is also reduced, and the polyurea coated with the back-explosive surface has no crack, damage and blow-through. When the coating layer is removed, the back surface of the test piece is observed, and only cracks are generated but no obvious spalling. It is obvious that polyurea produces good adhesion due to its material properties and tightly constrains the fragments. Therefore, it has been shown by experiments that the use of polyurea elastic coatings to reinforce the explosion surface or the back explosion surface of the RC slabs can enhance the explosion-proof capability and reduce or protect from spalling, thereby achieving the purpose of protecting the internal life and property of the building. It is known from this test that the polyurea coating with a thickness of 3 mm can effectively and significantly reduce or avoid the occurrence of spalling when applied to the back surface of RC slabs.

Keywords: polyurea coatings, contact explosions, cratering, spalling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Simulation and field investigation of scour and sediment transport after Dam removal in the mountainous creek in Central Taiwan

*Chunhung WU[1]

1. Feng Chia University

The research focuses on using the flume experiments to observe the head-erosion phenomena caused by dam removal and simulate the channel evolution in the upstream and downstream of dam after dam removal by using CCHE2D model. The research area is in the Landaw river watershed in Huisun National Forest Area in the Central Taiwan. Two silts of silt dam build in the Landaw river had been lowered down 2.5 m height to release the deposited sediment to transport to downstream in 2013, and the research proceeded long term observation of the head-erosion in the upstream of the silt dam by using UAV and field investigation.
The research proceeded the flume experiments to simulate the sediment transport from the upstream of the dam and simulate the channel evolution in the upstream and downstream of dam by using CCHE2D model after dam removal. The control factors in the flume experiments are the sediment size, the discharge, the channel slope, and the removal area of check dams. The sediment size settings in this research include totally 0.9 mm, half 0.9 mm and half 0.5 mm, and totally 0.5mm, while the discharge settings include 3.4, 83.0, and 102.6 cubic centimeter per second. The channel slope settings include 4.4, 8.7 and 13 degree. The research records the sediment yield volume, the geomorphologic changes and the knickpoints evolution in the longitudinal sections after removing different area of dams in 27 flume experiments. Based on the dominant factors for the bank erosion scouring, 27 flume experiments can be classified into 3 types, including infiltration-dominated bank erosion experiments, surface runoff-dominated bank erosion experiments, and infiltration and surface runoff co-exist bank erosion experiments.
Furthermore, the research also uses CCHE2D model to simulate the sediment transport after the dam removal process of the silt dam in the upstream of Landaw river watershed. The research uses the river discharge in the day with the maximum 24 hours accumulated rainfall from 2015 to 2018, and the original DSMs in 2010, 2016, 2018 as the topographic models to simulate the scouring process in the upstream of the silt dam after dam removal. The research also proceeded the field investigation to verify the simulation result.
The accumulated rainfall setting for the simulation of CCHE2D model is 585 mm in 24 hours, and this is the accumulated rainfall with return period years of 50 year in the Landaw river watershed. Based on the simulation result by using CCHE2D model with the accumulated rainfall of 585 mm in 24 hours, the elevation of main river has been lowered down 5.4 m, and the maximum width of the head-erosion in the upstream od the silt dam is around 5.24 m. The total erosion sediment volume is estimated as 1370 cubic meter. The slope in the longitudinal profile along the main river can be classified into two sections. The slope from the silt dam to 23 m upward in the upstream is estimated as 0.31, while that from the 23 m upward in the upstream to the 200 m upward in the upstream is estimated as 0.151. This means that the knickpoint is in the 23 m upward in the upstream of the silt dam. The result will be the basis for developing the assessment model for assess the feasibility of dam removal in the rivers.

Keywords: Dam Removal, CCHE-2D, sediment transport

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

平成30年7月豪雨における外水氾濫の素因の検討と体系化
Examination and systematization of predispositions to floods in the Heavy Rain in July 2018

*木村 佳菜子[1]、須貝 俊彦[2]
*Kanako Kimura[1], Toshihiko Sugai[2]

1. 東京大学、2. 東京大学大学院新領域創成科学研究科
1. The University of Tokyo, 2. Graduate School of Frontier Sciences, the University of Tokyo

はじめに

外水氾濫の素因に関しては，河川工学分野や地理・地形学分野における研究で言及されてきたが，その多くは氾濫と地形・地質との関係を自明のこととして扱う，あるいは補足的に解釈するにとどまる．

本研究は平成30年7月豪雨における外水氾濫を対象とした．近年では異例の発生数となったためである．地域としては，外水氾濫の集中した瀬戸内側の河川，中でも破堤地点が多くその位置情報が正確に把握されている高梁川水系小田川を選択した．本研究の目的は，①今回の氾濫についてのデータベースを作成すること，②素因を空間スケールごとに，人為の影響もふまえつつ考察すること，③水害リスク評価の高精度化に寄与する知見を得ること，である．

地域概要と手法

平成30年7月豪雨は，2018年6月28日～7月8日に主に西日本で発生した記録的な大雨である．この豪雨による外水・内水氾濫や土砂災害で甚大な人的・人家被害が出た．

中国地方には侵食小起伏面という特徴的な地形が見られる．瀬戸内側の平野は沈降地域に中国山地から河川が流下して形成されたもので，河川上流域には深層風化花崗岩類が分布する．小田川は吉備高原に発し倉敷市で高梁川に合流する一級河川であり，高梁川より河床勾配が小さいこと，高梁川の小田川合流部の下流に狭窄区間があることにより洪水時には背水の影響を受ける．流域内で特に被害の大きかった真備町地区は，高度経済成長期から現在にかけてベッドタウン化していた．

日本地理学会災害対応委員会が，今回の豪雨による氾濫地点をマッピングしたものをWebで公開している（http://ajg-disaster.blogspot.com/）．そのマップに掲載されている氾濫地点（主に小田川）について河道特性を調査し，マトリクスにまとめた．また，小田川，高梁川，芦田川水系吉野川，賀茂川の破堤地点についてアナグリフによる空中写真判読を行い，破堤地形分類図を作成した．

小田川の河床縦断面図，および河床勾配，河道幅・低水路幅，堤外地最大水深の縦断変化グラフを作成した．前二者については移動平均による平滑化も行った．

結果・考察

破堤地点の多くが県の管理区間にあり，小田川支流での破堤地点の9/10地点は天井川化していた．県による整備が追いついていないことが推察される．マトリクス中の破堤2地点と，国土交通省社会資本整備審議会（2018）で報告された法崩れ5地点が樋門であった．樋門のある地点は破堤・法崩れのリスクが高い．微高地は氾濫に対し比較的安全とされてきたが，マトリクス中で最も破堤幅が大きく落堀が顕著であった2地点は微高地上にあることから，微高地における水害リスク評価を更新する必要がある．似た特徴を持つ破堤地点と非破堤地点の比較から，急な堤防傾斜が破堤に影響することも示唆された．

縦断方向の変化グラフからは，堰の下流で河床勾配が比較的大きい区間では氾濫が発生しにくく，その下流で河床勾配が緩やかになる区間では氾濫が発生しやすいことが示唆された．小田川の破堤地点の一つでは，堤防が周囲と比べて低くなっていることも明らかになった．

結論

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地点スケールでの素因として，樋門，天井川区間，堤防の低まりが挙げられる．微高地の安全性にも疑問が残る．区間スケールでは，河床勾配の比較的大きい堰の下流区間より，その下流にある河床勾配の緩くなる区間がハイリスクである．中でも，福原にある大屈曲外岸は氾濫が繰り返し発生している．また，水系・地域スケールでは，小田川と高梁川の河床勾配差に影響する侵食小起伏面を素因と捉えた．花崗岩類が広く分布するため中小河川の天井川化が起こりやすいということも挙げた．人為の影響については，国・県の整備が追いついていないことを示したが，浸水リスクが指摘されていた真備町地区がベッドタウン化していることから土地開発の問題も大きいと考えられる．

参考文献

泉田温人（2018），鬼怒川下流域におけるクレバススプレーの形成と微高地発達への寄与，東京大学新領域創成科学研究科自然環境学専攻修士論文

内田和子（2011），岡山県小田川流域における水害予防組合の活動，水利科学No.320，pp.40-55

太田陽子，成瀬敏郎，田中眞吾，岡田篤正（2004），日本の地形6　近畿・中国・四国，東京大学出版会

国土交通省社会資本整備審議会（2018），平成30年7月豪雨について，
http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/shaseishin/kasenbunkakai/shouiinkai/r-jigyouhyouka/dai11kai/pdf/5-1.shiryou.pdf

国土地理院防災地理課（2015），治水地形分類図解説書，
http://www.gsi.go.jp/common/000106990.pdf

山本晃一（1994），沖積河川学ー堆積環境の視点から，山海堂

キーワード：小田川、天井川、微高地、クレバス・スプレー、河床勾配
Keywords: the Oda River, raised bed river, alluvial ridge, crevasse splay, channel slope

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

	地点	種類	確かさ 海津ほか	直後写真	確かさ 総合	支流名	岸	河道植生	砂州	河床材料	河道幅 (m)	低水路幅 水面幅(m)	狭窄 (m)	/河道幅 (広)	堤防高 堤外地	堤防高 堤内地	横幅 堤内地	傾斜 堤内地
小田川	4	破堤	ほぼ正確	×	△	尾坂川	左	草（2014）	上216-85mに（2014）	砂	27	(7)	-	-	2.1	1.7	9	0.189
	5	破堤	ほぼ正確	×	△	-	左	草（2007）	-	-	142	(30)	-	-	6.3	3.1	17	0.182
	6	破堤	ほぼ正確	×	△	-	右	～草（2014）	下15m左岸，固定化（2014）	砂	155	(35)	-	-	5.1	2.6	22	0.118
	7	破堤	ほぼ正確	×	△	-	左	草（2014）	-	砂	180	(20-37)	100	0.42	5.7	2.5	13	0.192
	8	破堤	ほぼ正確	○	○	(水路)	左	-	-	-	5	2	-	-	1.3	1.8	9	0.200
	9	越水	ほぼ正確	○	○	-	右	草（～樹木）	両岸	砂	181	38-47	-	-	7.3	(山)	-	-
	10	破堤	不正確	○	○	大武谷川	右	～草	-	-	13	1-2	-	-	1.5-2.1	2.2	8	0.275
	11	破堤	ほぼ正確	○	○	-	左	草～樹木	左（内）岸に30m	砂	206	58	28	0.14	5.8	4.0	12	0.333
	12	破堤	ほぼ正確	○	○	真谷川	左	草（～樹木）	-	-	37	1-2	-	-	6.0	5.4	13	0.415
	13	越水	ほぼ正確	○	○	-	右	草～樹木	樹林化中州	砂	233	複数本	-	-	7.8	3.4	13	0.262
	14	破堤	ほぼ正確	○	○	高馬川	右	草	-	-	13	7	-	-	1.5	4.0	14	0.286
	15	破堤	ほぼ正確	○	○	高馬川	左	草	-	-	13	7	-	-	3.0	5.8	13	0.446
	16	破堤	ほぼ正確	○	○	-	左	草～樹木	樹林化中州	砂	217	複数本	-	-	8.2	6.0	18	0.333
	17	越水	ほぼ正確	○	○	-	右	樹木	樹林化中州	砂	227	複数本	-	-	7.2	2.6	16	0.163
	18	破堤	ほぼ正確	○	○	末政川	右	～草	-	-	12	1-2	-	-	1.6	-	-	-
	19	破堤	ほぼ正確	○	○	末政川	左	～草	-	-	12	1-2	-	-	2.1	-	-	-
	20	破堤	ほぼ正確	○	○	末政川	右	～草	-	-	30	1-2	6	0.20	5.1	6.5	18	0.361
	21	破堤	ほぼ正確	○	○	末政川	左	～草	-	-	32	1-2	6	0.19	5.5	6.2	19	0.326
高梁川	1	破堤	-	○	○	-	右	樹木多い	右（内）に80m	砂	240	65	70（緩やか）	-	10.3	3.0	11	0.273
	2	破堤	-	○	○	-	右	樹木多い	右（内）	砂	190	80	同上	-	9.7	2.2	9	0.244
砂川		破堤	ほぼ正確	×	△	-	左	草～樹木（2007）	右岸(2007)	砂	58	5	-	-	4.5	4.5	15	0.300
旭川		破堤	ほぼ正確	×	△	-	左	草～（2007）	80m下から(2007)	粗砂～	175	116	80m下から54減	0.31	5.3	-	-	-
芦田川		破堤	不正確	○	○	吉野川	右	～草	-	-	9	0-1	-	-	0.3	1.9	8	0.238
賀茂川		破堤	不正確	○	○	-	右	～草	右岸に17m	砂	37	16	-	-	-	2.5	10	0.250

Fig. 1 A part of flood point matrix.

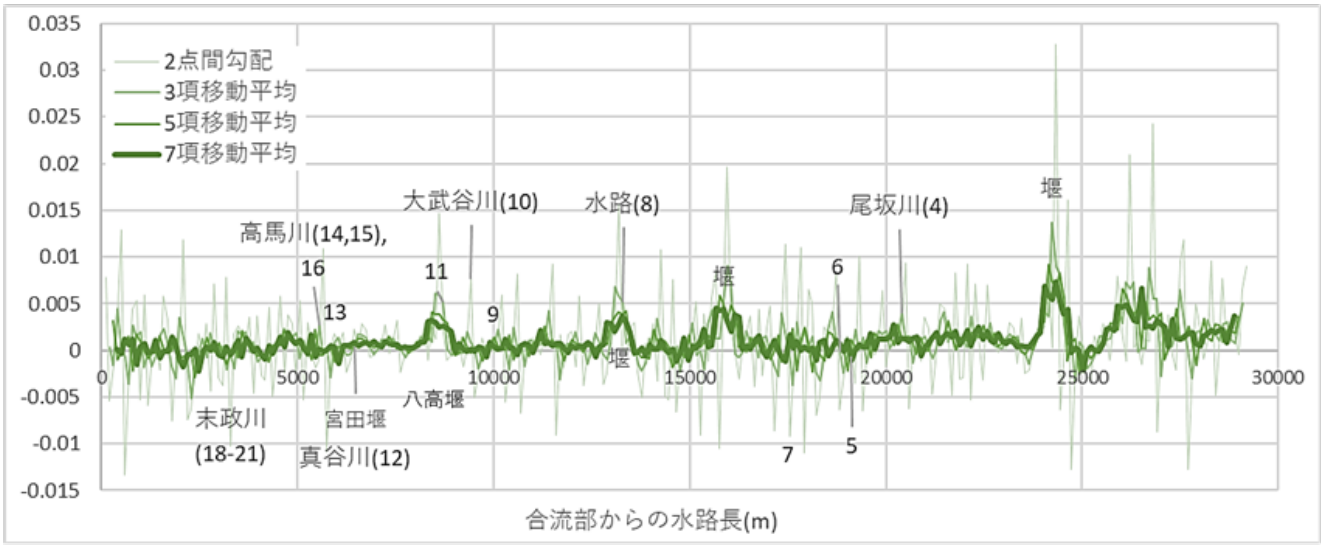


Fig. 2 The downstream change graph of the river bed slope.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ハザードマップポータルサイトにおける災害リスク情報の拡充と提供方法の高度化

Expand various disaster risk information and sophisticate methods to disseminate on the Hazard Map Portal Site

*上芝 卓也[1]、藤井 夢佳[1]、吉松 直貴[1]、髙桑 紀之[1]、山崎 航[1]、諏訪部 順[1]
*Takuya Ueshiba[1], Yumeka Fujii[1], Naoki Yoshimatsu[1], Noriyuki Takakuwa[1], Wataru Yamasaki[1], Jun Suwabe[1]

1. 国土地理院
1. GSI of Japan

I. Introduction
In June 2006, it was necessary to prepare the portal site about hazard maps which anyone can search on the internet, according to the policy established by Ministry of Land, Infrastructure Transport and Tourism. Geospatial Information Authority of Japan, in cooperation with Water and Disaster Management Bureau and so on, began to operate Hazard Map Portal Site since April 2007. This latest site has two main contents. One is Layered Hazard Map which enables users to layer various maps and disaster risks, and another is Published Hazard Map showing links to hazard maps made by each local government.

II. Questionnaire about Hazard Map Portal Site
A questionnaire was conducted in 2015 for 18 local governments and about 1,000 residents to figure out these things: how much they recognize and use it, needs, and to know the problems of this site. Various needs and requests were made clear, for example, the addition of the function displaying all disaster risk information by clicking map, implementation of browsing feature by mobile device, preparation of download page published data on this site, expanding the data about disaster risk information and evacuation facilities, making the data open for public on the Internet and machine-readable (hereinafter referred to “Open Data”) and so on.

III. Three activities
Three activities were carried out based on this questionnaire.
1. Improvement of function
Three functions were mainly added on this site. One is the function displaying multiple risks, which were inundation, landslide, sediment disaster and so on, at arbitrary point on Layered Hazard Map, another is the compatibility with smartphones which enable to access this site away from home, and the other is function of downloading list files of URL linking to Published Hazard Map.
2. Expanding Data
Designated Emergency Evacuation Area (flood from river, storm surges, tsunami, debris flow, steep slope failure / landslide, fire disasters), expected inundation areas of ministry-controlled river due to statistical heaviest rainfall, expected inundation areas of tsunami, and landform classification of Fundamental Land Classification Survey were released.
3. Open Data
Raster tiles of expected inundation areas of ministry-controlled river due to statistical heaviest rainfall, Landslide Prone Areas and dangerous site by sediment and landslide disaster was added to Open Data list. Furthermore, these raster tiles data started to be converted to vector tiles data and will be distributed as Open Data by June 2019.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

IV. Future perspective
We carried out improvement of this site system, expansion data of disaster risk information and Open Date of raster tiles covered on Layered Hazard Map. Due to this effort, tasks revealed in 2015 questionnaire survey were solved and this site became more useful. This result led to further publicize disaster risk and contributed to raise awareness of disaster prevention.
In order to expand data and make the site more useful, various information including expected inundation area maps classified by duration time and expected inundation areas by reservoir break will be disclosed and more functions, for example 3D page of Layered Hazard Map, will be added.

キーワード：災害リスク、ハザードマップ、ウェブ地図、オープンデータ
Keywords: disaster risk, hazard map, web map, open data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

確率論的断層変位ハザード解析における主断層評価式に関する検討ー既知の活断層との関連性の考慮ー

A study on evaluation formulae of the principal fault in PFDHA- In consideration of a relevance to known active faults-

*神田 剛[1]、高尾 誠[1]、金戸 俊道[1]、荒川 武久[1]
*Tsuyoshi Kanda[1], Makoto Takao[1], Toshimichi Kaneto[1], Takehisa Arakawa[1]

1. 東京電力ホールディングス株式会社
1. Tokyo Electoric Power Company Holdings, Inc

１．はじめに

高尾ら(2013)は，日本国内の地表地震断層のデータを基に確率論的断層変位ハザード解析（PFDHA）に必要な各種評価式を提案している．提案式のうち，地震の規模（M_w）と主断層が出現する確率（P_{1p}）との関係式，及びM_wと主断層の断層変位量（最大値MDおよび平均値AD）との関係式については，①活断層の存在が知られている場所で発生した地震と，②累積的な痕跡が無く活断層の存在が知られていない場所で発生した地震について，Youngsら(2003)と同様に区別していない．本検討では，高尾ら（2003）の評価式を提案する際に用いた107個の震源について，①と②を区別した上で評価式の再検討を実施した．

２．検討方法

次に示す手順で検討した．(a)上記107個の震源と既往の文献に記載のある既知の活断層のうち最も距離が近いものと因果関係があると仮定，(b)震源から当該活断層までの最短距離を算出（逆断層及び正断層：当該断層の傾斜を考慮した断層面までの最短距離，横ずれ断層：平面図上の最短距離），(c)震源と既知の活断層との関連性の有無を閾値（本検討では4km,6km,8km）で評価，(d)閾値以内のものを①とし，閾値を超えるものを②として区別，(e)震源メカニズムと当該活断層のメカニズム（タイプ）が矛盾する地震は②に区別，(f)①及び②のデータセットのそれぞれについて，MwとP_{1p}との関係式を最尤推定法に基づくロジスティック回帰式により同定，(g)①及び②のデータセットのうち地表地震断層の断層変位量が得られている16地震について，Mwと主断層の断層変位量との関係式を最小二乗法に基づき同定．なお，高尾ら(2013)に倣い切片を回帰した．

３．結果及び考察

P_{1p}のロジスティック回帰曲線を次に示す．$P_{1p}=e^z/(1+e^z)$，$z=a+bM_w$，閾値4kmの場合：①a=-33.652，b=5.168，②a=-31.068，b=4.751，閾値6kmの場合：①a=-39.781，b=6.148，②a=-24.515，b=3.688，閾値8kmの場合：①a=-42.321，b=6.558，②a=-20.912，b=3.102．①のデータに基づくP_{1p}は高尾ら(2013)の回帰式より大きくなり，②は高尾ら(2013)より小さくなることが想定されるところ，実際にいずれの閾値の場合においても，想定と同じ結果が得られた．また，P_{1p}については，既知の活断層から震源までの距離と相関があることも確認できた．

次に，主断層の断層変位量のM_wとの関係式を次に示す．$\log(MD)=c+0.82M_w$，$\log(AD)=d+0.62M_w$，閾値4kmの場合：①c=-5.20，d=-4.70，②c=-5.14，d=-4.77，閾値6kmの場合：①c=-5.15，d=-4.69，②c=-5.32，d=-4.91，閾値8kmの場合：①c=-5.16，d=-4.70，②c=-5.27，d=-4.87．変位量回帰式もP_{1p}と同

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

様に，①のデータに基づく回帰式は高尾ら(2013)の回帰式より大きくなり，②は高尾ら(2013)より小さくなることが想定されるところ，実際には閾値6km及び8kmについては想定と同じ結果を得たものの，4kmでは明瞭な差は認められなかった．

４．結論

PFDHAに必要な各種評価式のうち，主断層に関する評価式について，①活断層の存在が知られている場所で発生した地震と，②累積的な痕跡が無く活断層の存在が知られていない場所で発生した地震を閾値を設定して区別した上で，評価式の再検討を実施した．その結果，主断層が出現する確率（P_{1p}）については，①と②の相違が明確であるとともに，活断層から震源までの距離との間に相関が認められたことから，式を使い分けることが可能であることが判った．したがって，今後，確率論的地震動ハザード解析（PSHA）における領域震源の考え方をPFDHAに応用する場合には，本研究成果を適用することができるものと考える．

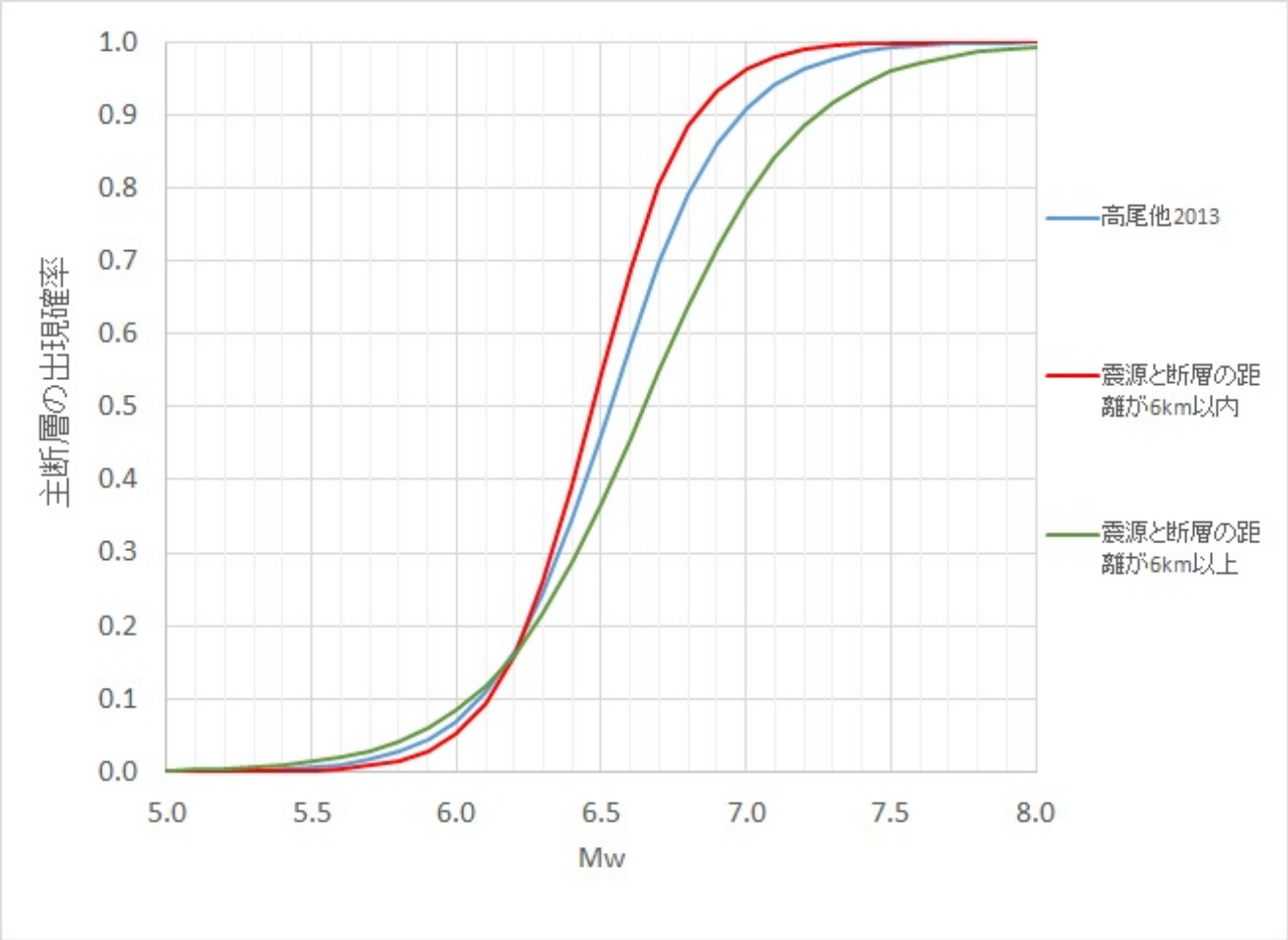
なお，変位量評価式については，閾値によっては①と②に差が認められるものの，閾値との明確な相関がみられない．地表地震断層のデータが少なく相関が認められない可能性があるため，今後，より多くのサンプルを収集した上で評価式を検討することが望ましいと考えられる．

参考文献

1)高尾ら，日本地震工学会論文集，第13巻，2013，pp.17-36
2)Youngs, R.R., et al. , Earthquake　Spectra, Vol.19, No.1, 2003, pp.191-219
3)地質調査総合センター，活断層データベース，2013
4)東京大学出版会，活断層詳細デジタルマップ[新編]，2018

キーワード：確率論的断層変位ハザード解析、主断層出現確率、断層変位量、活断層との関連性
Keywords: PFDHA, probability of surface rupture of the principal fault, fault displacement, a relevance to an active fault

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2014年8月豪雨で発生した広島市の土石流災害における土砂堆積量の分布特性

Characteristics of sediment deposition distribution in debris flow disasters in caused by heavy rain in August 2014 Hiroshima, Japan

*内山 庄一郎[1]、須貝 俊彦[2]
*Shoichiro Uchiyama[1], Toshihiko Sugai[2]

1. 国立研究開発法人防災科学技術研究所、2. 東京大学
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. The University of Tokyo

1.背景

戦後の土砂災害対策は、防災施設整備による対策を中心に進められてきた。一方で、宅地開発等に伴い危険箇所は年々拡大し、それらに対する防災設備の整備完了には100年以上を要するとされる（国土交通省、2018a）。このため、防災設備のみでは土砂災害の被害防止が難しいことから、ソフトウェア対策の推進が始まった（土砂災害防止法）。しかし、2018年7月西日本豪雨災害の土砂災害による犠牲者の多くは、土砂災害警戒区域内で被災したことが指摘された（国土交通省、2018b）。これらの事実から、土砂災害リスクが高まった状況における事前避難は十分とはいえない状況が指摘できる。

2. 目的と意義

居住する土地の潜在的な危険性を認識し、被災の危険が高まった際の自律的な避難行動が行われるためには、第一に、住む場所で生じる災害とその被害の様相を、あらかじめ把握する必要がある。このように土石流のハザード・リスク情報の高度化を目指す上では、実際の災害で発生した被害の実態を詳細に明らかにする必要がある。例えば、土石流の挙動と流路上の建物や植生との関係性を理解することは、土石流被害の予測にとって重要である。そこで本研究では、2014年8月20日未明に発災した土石流により被災した、広島県広島市安佐南区の6地区を対象に、土石流による土砂堆積量の計測とその分布特性の分析を行った。

3. 手法

災害前の空中写真、および災害発生後の無人航空機撮影画像をSfM多視点ステレオ写真測量（以下、SfM）によって解析し、それぞれの時期の地表面の高さモデル（以下、DSM）を得た。次に、災害前後の2時期のDSMの差分から、地表面の高さ変化を求めた。災害前の空中写真には、2008年5月21日撮影のデジタル空中写真（国土地理院）23枚を使用し、災害後の空中写真には、発災から4日後に無人航空機で撮影した約700枚の垂直写真を使用した。GNSS測量により30地点を計測し、地上基準点として10点、精度検証点として14点を使用した。SfMにより作成したDSMおよびオルソ画像の空間分解能は、災害前がそれぞれ20 cm、災害後がそれぞれ3.5 cmとなった。DSMの精度検証の結果、14地点の精度基準点における三次元のRMSEは、26.2 cm（災害前DSM）、11.5 cm（災害後DSM）であった。地表面の高さ変化は、GISにより、2014 DSMから2008 DSMを減算して求めた。

次に、災害後のオルソ画像から土砂堆積範囲を判読し、ポリゴンデータを作成した。この時、次に述べる2時期のDSMの誤差を考慮して、また、作図上の区切りとして0.3 m以上の堆積が認められる範囲を堆積域の下限として認定した。また、土砂の堆積とは無関係な地表面変化の影響を除外するため、植生や一部の建物等について、土砂堆積範囲のポリゴンから除外した。ここでは、侵食量は計算の対象としなかった。

地表面高さ変化データのうち、土砂堆積範囲ポリゴンの内部では、正の値を持つメッシュが土砂堆積に相当する。GISにより、これらのメッシュを合計することにより土砂堆積量の合計値を求めた。この時、次のように2時期のDSMの誤差を考慮した。前項で得た各時期のRMSE（災害前26.2 cm、災害後11.5 cm）の二乗和平方根（28.6 cm）を求め、これより高さ変化が大きいメッシュのみを対象とした。

GNSS測量の機材には、二周波対応のGPS受信機であるTrimble 5800、SfMソフトウェアにはAgisoft

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

PhotoScan Pro. 1.0.4、GISにはESRI ArcGIS for Desktop 10.2を用いた。

4. 結果

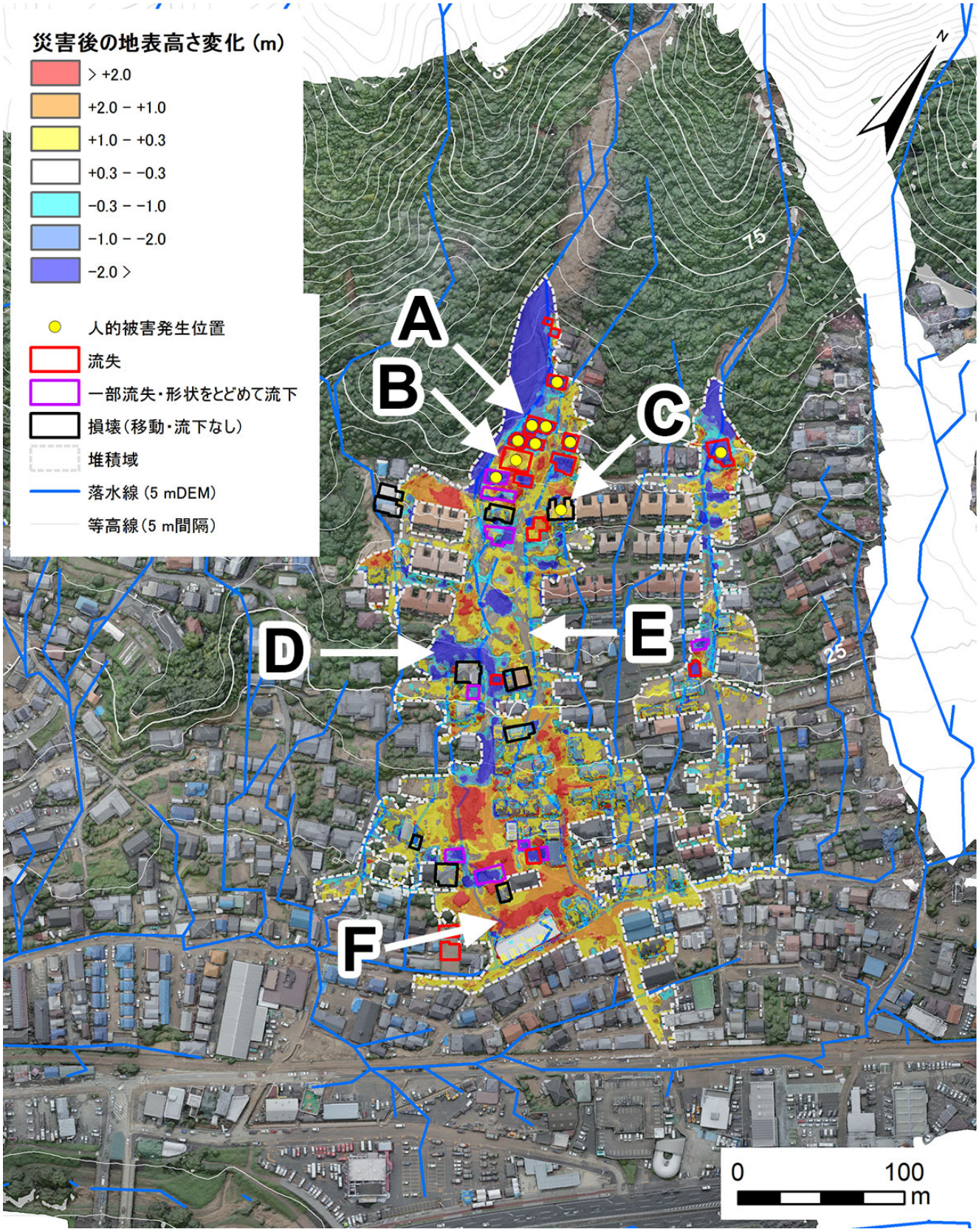
得られた結果のうち、八木3地区を図示する。中央部に落水線が近接して2本あり、約25 m幅の広い主流路となった。上下70 mの区間に分布する7棟が流失し、20名の犠牲者を生じた（A）。この並びの最下流部にある住宅では、建物の一部が形状をとどめたまま下方に移動し、2名の犠牲者を生じた。また、この住宅の並びの中間部にあったアパートが土石流により流失したが、災害前空中写真では空き地であったため、DSMの高さ変化の見かけ上は、堆積にみえた（B）。落水線上に位置する県営住宅の建物では土砂等が流れ込み、1名の犠牲者を生じた（C）。主流路に隣接する植生域のうち、流路に近い側が侵食された（D）。主流路の流下経路上に、土砂の堆積厚が薄いエリアがあった（E）。主流路の突き当りにある駐車場には、層厚2 mを超える土砂が堆積した。オルソ画像では、堆積物は泥状のテクスチャーを示した（F）。

参考文献

国土交通省 (2018a) 土砂災害防止法の概要
国土交通省 (2018b) 土砂災害警戒区域の検証

キーワード：土石流、2014年8月豪雨、土砂堆積量、無人航空機、SfM多視点ステレオ写真測量
Keywords: debris flow, heavy rain in August 2014, volume of sediment deposition, UAV, SfM-MVS Photogrammetry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

紀伊半島沿岸における津波被災後の土地利用変遷とその課題
Land use change after tsunami and its problems in Kii peninsula

*沖館 健太[1]、青木 賢人[2]
*Kenta Okidate[1], Tatsuto Aoki[2]

1. 金沢大学人文学類、2. 金沢大学地域創造学類
1. School of Humanities, Kanazawa University, 2. School of Regional Development Studies, Kanazawa University

東日本大震災の発生や南海トラフ地震の予測の進捗を受けて、津波防災への関心が社会的に高まっている。日本列島において沿岸の低地は住民の居住域である一方、津波襲来時には浸水域ともなることから、津波防災を考える上で津波防災と土地利用を結び付けた研究は重要である。しかし、その対象地には偏りが見られ、特に南海トラフ地震の発生により甚大な被害が危惧されている地域においては研究の蓄積が不十分である。そこで本稿では、紀伊半島沿岸における防災・減災を考慮した土地利用計画策定のため、過去の津波被災後の土地利用変遷を定量的に分析し、その地域的特徴と課題を明示した。

白浜地区、串本地区、那智湾周辺地区の3つの対象地区はいずれも昭和東南海地震(1944年)および昭和南海地震(1946年)にて津波被害を受けており、南海トラフ地震の震源域にも近い位置にある。市街地は背後に山地が迫った海岸の狭隘な平野や砂州上に形成されており、被災後は具体的な計画が示されないまま復興が行われた。

1947年、1965年、1986年、2002年の4年代の空中写真から6つの分類に則って土地利用を判読し、QGISを用いて地理情報データを作成・解析した。また、聞き取り調査や補完として現地踏査も行った。これによって対象3地区における土地利用変遷の様相を明らかにした。

住宅・建築物は、小規模な市街地がそれぞれ拡大・連接することで大きく増加した。その要因としては、荒地・農用地や森林・原野の転用が挙げられる。特に1947年から1965年にかけては、津波によって浸水した更地から住宅・建築物への転換が顕著であった。住宅・建築物の転用元としては森林・原野よりも荒地・農用地が多いことも分かった。1947年時点での陸地面積が少なかった串本地区では、海域の埋め立てによる住宅・建築物や荒地・農用地の増加も見られた。港湾の陸域はすべての対象地区で大幅な増加が見られ、その多くが埋め立てによるものであることが分かった。また、対象地区すべてで埋め立てによって津波浸水域が拡大し、津波浸水域内の宅地化が進行していた。年代を追うごとに宿泊施設や公共施設といった大型施設が津波浸水域内に増えていることも分かった。

分析の結果、原地への復興、宅地の増加、荒地・農用地から住宅・建築物への転用、大規模な港湾施設の整備の4つの地域的特徴が明らかになった。これらの要因としては地形的制約や観光開発のほか、人口増加などにより住宅の需要が増大したことや漁業従事者が農業従事者より多いという対象地区の経済構造などが挙げられる。また対象地区の土地利用変遷には、海岸の平野部における高密度な宅地の立地、海域の大規模な埋め立てによる宅地や港湾施設の整備、海岸における大型建造物の林立という3つの課題があると考えられる。これらは対象地区の防災政策において重視されている避難行動を妨げる恐れがあり、現在に至るまで計画の策定がなかったことで発生したと考えられる。課題の解消には、津波に対して安全な土地利用の実現に向けた長期的な計画を策定することが急務である。

キーワード：防災、南海トラフ地震、土地利用、地理情報システム
Keywords: Disaster prevention, Nankai Trough Earthquake, land use, GIS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

米軍空中写真を用いた1947年カスリーン台風における河川氾濫に伴う赤城山南麓の建物被害の復元と建物被害集中域の土地条件の検討
Reconstruction of the building damages caused by the Typhoon Kathleen and analyses of their land conditions at the southern foot of the Akagi Volcano using U.S. military aerial photographs

*青山 雅史[1]、齋藤 由樹[2]
*Masafumi Aoyama[1], Yoshiki Saito[2]

1. 群馬大学教育学部、2. 群馬大学大学院生
1. Faculty of Education, Gunma University, 2. Graduate Student, Gunma University

１．はじめに

地域における洪水リスク評価には、過去の浸水履歴が重要な基礎資料となる。また、近年の自然災害の多発により、学校現場における防災教育や災害リスク管理などの強化が求められている。赤城山南麓では、1947年カスリーン台風がもたらした多量の降雨により多くの領域で浸水被害が発生したが、その分布や土地条件などについて、詳細な検討が行われてきたとは言い難い。それらのことを背景として、本発表では、カスリーン台風における河川氾濫による浸水および浸水被害について、地表状態を明瞭に判読できる米軍撮影空中写真が存在する赤城山南麓を対象として、空中写真の判読とGIS（地理情報システム）を活用した浸水域および浸水被害状況の詳細な復元、および浸水域と浸水（建物）被害発生地点の土地条件の検討、調査対象地域内に立地する小・中学校のカスリーン台風における浸水履歴の有無について検討を行った。なお、本発表は、第二著者の齋藤の修士論文における研究成果に基づく。

２．研究方法

1）カスリーン台風における浸水域を復元するため、発災後の1947年、1948年に米軍が撮影したモノクロ空中写真を用いた判読を行った。また、市町村史におけるカスリーン台風による浸水状況や被害に関する記述を抽出し、その一部に関しては上述の米軍撮影空中写真の判読による照合・確認を行った。2）本調査対象地域の地形条件を明らかにするため、おもに1961年国土地理院撮影空中写真の実体視による判読と現地踏査により、地形分類図を作成した。3）河川氾濫による甚大な建物被害が多数発生した伊勢崎市中心部広瀬川右岸域と前橋市大胡町中心部を対象として、発災前後の米軍撮影空中写真の判読により流失建物や浸水建物などの抽出を行った。4）それらの甚大な建物被害が生じた2つの地域においては、カスリーン台風がもたらした河川氾濫による浸水状況や浸水被害などに関する住民への聞き取り調査を実施した。5）米軍撮影空中写真の判読から得られた浸水域や建物被害発生地点などの土地条件について、GISを用いた解析から検討を行った。

３．結果と考察

浸水域の認定に関しては、洪水流がもたらした土砂（洪水堆積物）や流失建物などの存在が確認された領域を明瞭な浸水域、洪水堆積物が薄く被覆（堆積）し、空中写真の画像上で白っぽく見える領域を不明瞭な浸水域として認定した。

調査対象地域を流下する赤城白川、荒砥川、粕川、桃ノ木川、広瀬川のいずれの流域においても洪水堆積物が分布しており、明瞭・不明瞭な浸水域が存在することを確認できた。伊勢崎市中心部広瀬川右岸域では、河道沿いの多くの建物が流失、浸水していた。大胡町中心部では荒砥川の氾濫により広範囲が浸水し、多くの建物が流失、浸水したことが判読された。伊勢崎市中心部広瀬川右岸域に設定した調査対象地域内において、地形条件ごとの建物流失被害発生率をみると、旧河道では74.2%の建物が流失した一方で、自然堤防上では10.6%であり、建物流失被害は旧河道に集中的に発生していた。この理由として、攻撃斜面側の左岸域に河床からの比高の大きい火山麓扇状地が存在し、右岸域には微高地（自然堤防）が存在するといった地形的制約に

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

よって、相対的な低標高域を形成する旧河道に速い流速の洪水流が集中して流下したことが考えられる。前橋市大胡町中心部に設定した調査対象地域内においても、高水敷に存在していた建物はすべて流出し、谷底平野（17.5%）、低位段丘（4.5%）などにおいて建物流失が生じた。この地区では、荒砥川からの洪水流は火山麓扇状地や火砕流台地などの河床からの比高が大きい地形によって流路が規制され、谷底平野上に集中的に流下し、河床からの比高が数m程度の低位段丘上も浸水し、甚大な建物被害が生じたと考えられた。これら両地区では、河川氾濫の状況や浸水被害に関する情報について、住民を対象とした聞き取り調査からも得ることができた。

赤城山南麓の調査対象地域内に存在する小・中学校は48校（前橋市29校、伊勢崎市19校）あり、カスリーン台風における浸水の有無をみると、カスリーン台風時に浸水した地点に立地する小・中学校は12校（25%）存在していることが明らかとなった。それらの浸水履歴を有する小・中学校のなかにはハザードマップに浸水の危険度（浸水深）が図示されていないものもあり、学校が立地している土地条件や洪水リスクを十分に把握・検討し、必要に応じた対策を講ずる必要がある。

キーワード：1947年カスリーン台風、洪水リスク評価、浸水建物被害、米軍空中写真、赤城山南麓
Keywords: Typhoon Kathleen, flood risk assessment, building damage, U.S. military aerial photographs, southern foot of the Akagi Volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-DS 防災地球科学

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_15

[H-DS15] 人間環境と災害リスク

コンビーナ:青木 賢人(金沢大学地域創造学類)、近藤 久雄(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)

自然と人間が織りなす多様な環境の中に内在し、時に顕在化する災害リスクを、自然科学、人文・社会科学等の視点から多角的に検証する。東日本大震災で明らかになった災害予測の不確実性や低頻度巨大災害の問題や、ハザードマップの作成・利用法の改善、環境変動・社会変容や持続性を考慮した復興計画・国土計画、防災に関する国際協力、活断層や液状化の諸問題、地域特性に応じた減災計画、防災支援の技術開発、防災教育など、総合的に議論する。

[HDS15-P01] Validity Verification in Typhoon Disaster Prevention Model for Typhoon Damage Reduction– GUST Wind Speed, Maximum Wind Speed -

*Woo-Sik JUNG[1]、Hana Na[1] (1.Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea)

[HDS15-P02] A Study on the Assimilation of Meteorological Data and Sea Surface Temperature Data for Improving the Accuracy of WRF Prediction during Typhoon periods on the Korean Peninsula

*Woo-Sik JUNG[1]、Hana Na[1] (1.Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea)

[HDS15-P03] Validation and application of a finite element approach on field mechanically stabilized earth walls with secondary reinforcement

*BING-RU WU[1]、CHIH-HSUAN LIU[1]、CHING HUNG[1] (1.National Cheng Kung University)

[HDS15-P04] **EXPERIMENTAL STUDY ON POLYUREA-COATED RC SLAB SUBJECTED TO CONTACT EXPLOSIONS**

*Minghsien Wu[1]、Yingkuan Tsai[1]、Chien-Hsien Liu[1]、Pang-Ting Pai[1]、Feng-Cheng Yang[1]、Chun-Chia Huang[1] (1.Chung Cheng Institute of Technology National Defense University)

[HDS15-P05] Simulation and field investigation of scour and sediment transport after Dam removal in the mountainous creek in Central Taiwan

*Chunhung WU[1] (1.Feng Chia University)

[HDS15-P06] 平成30年7月豪雨における外水氾濫の素因の検討と体系化

*木村 佳菜子[1]、須貝 俊彦[2] (1.東京大学、2.東京大学大学院新領域創成科学研究科)

[HDS15-P07] ハザードマップポータルサイトにおける災害リスク情報の拡充と提供方法の高度化

*上芝 卓也[1]、藤井 夢佳[1]、吉松 直貴[1]、髙桑 紀之[1]、山崎 航[1]、諏訪部 順[1] (1.国土地理院)

[HDS15-P08] 確率論的断層変位ハザード解析における主断層評価式に関する検討―既知の活断層との関連性の考慮―

*神田 剛[1]、高尾 誠[1]、金戸 俊道[1]、荒川 武久[1] (1.東京電力ホールディングス株式会社)

[HDS15-P09] 2014年8月豪雨で発生した広島市の土石流災害における土砂堆積量の分布特性

*内山 庄一郎[1]、須貝 俊彦[2] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所、2.東京大学)

[HDS15-P10] 紀伊半島沿岸における津波被災後の土地利用変遷とその課題

*沖館 健太[1]、青木 賢人[2] (1.金沢大学人文学類、2.金沢大学地域創造学類)

[HDS15-P11] 米軍空中写真を用いた1947年カスリーン台風における河川氾濫に伴う赤城山南麓の建物被害の復元と建物被害集中域の土地条件の検討

*青山 雅史[1]、齋藤 由樹[2] (1.群馬大学教育学部、2.群馬大学大学院生)

Validity Verification in Typhoon Disaster Prevention Model for Typhoon Damage Reduction –GUST Wind Speed, Maximum Wind Speed -

*Woo-Sik JUNG[1], Hana Na[1]

1. Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea

In recent years, as the intensity of typhoons affecting the Korean peninsula has become stronger due to global warming resulting from climate change, studies on typhoons attacking the Korean peninsula are being increasingly carried out. Many previous studies have constructed typhoon disaster prevention models for estimating the maximum wind speed of the 3-second gust that can occur during a typhoon. In addition, such studies have enabled the establishment of foundational materials for the typhoon disaster prevention system. However, there have been few studies on the validity of the maximum possible wind speed of the 3-second gust, as estimated by the typhoon disaster prevention model. Therefore, in this study, validity analysis was carried out via verification using the observed 3-second gust values. For the verification, the GUST wind speed data from marine meteorological buoys (which serves as the basis of maximum wind speed) monitored by the Korea Meteorological Administration, and maximum instantaneous wind speed data from lighthouse observation, were used. In addition, this study compared and analyzed the 3-second gust values observed at points located within the radius of the maximum wind speed, and at points located outside the radius of the maximum wind speed during the typhoon season. The points within the radius of the maximum wind speed showed a more similar trend to the observed values than the points outside the radius. In addition, the points within the radius better simulated the maximum wind speed. Moreover, the 3-second gust values calculated by the typhoon disaster prevention model were slightly greater than the observed values at almost all points. From the viewpoint that the calculated value is the maximum possible wind speed, it is considered to provide useful information in terms of pre-disaster prevention regarding typhoon damage. As a result of comparing the wind speeds at the 10 m altitude (which were obtained from the typhoon prevention model by categorizing the Korean peninsula into inland, coastal, and island regions), with the observed values, the island region, showed the best results (due to the presence of fewest obstacles on the ground), followed by the coastal, and inland regions. This study suggests that the 3-second gust is a justified parameter to be used in the typhoon disaster prevention model. Therefore, the typhoon disaster prevention model can be efficiently applied to the typhoon disaster prevention system.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

Keywords: Typhoon Disaster Prevention Model, Gust, Maximum WInd Speed

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Validity Verification in Typhoon Disaster Prevention Model for Typhoon Damage Reduction – GUST Wind Speed, Maximum Wind Speed -

Woo-Sik Jung, Hana Na

In recent years, as the intensity of typhoons affecting the Korean peninsula has become stronger due to global warming resulting from climate change, studies on typhoons attacking the Korean peninsula are being increasingly carried out. Many previous studies have constructed typhoon disaster prevention models for estimating the maximum wind speed of the 3-second gust that can occur during a typhoon. In addition, such studies have enabled the establishment of foundational materials for the typhoon disaster prevention system. However, there have been few studies on the validity of the maximum possible wind speed of the 3-second gust, as estimated by the typhoon disaster prevention model. Therefore, in this study, validity analysis was carried out via verification using the observed 3-second gust values. For the verification, the GUST wind speed data from marine meteorological buoys (which serves as the basis of maximum wind speed) monitored by the Korea Meteorological Administration, and maximum instantaneous wind speed data from lighthouse observation, were used. In addition, this study compared and analyzed the 3-second gust values observed at points located within the radius of the maximum wind speed, and at points located outside the radius of the maximum wind speed during the typhoon season. The points within the radius of the maximum wind speed showed a more similar trend to the observed values than the points outside the radius. In addition, the points within the radius better simulated the maximum wind speed. Moreover, the 3-second gust values calculated by the typhoon disaster prevention model were slightly greater than the observed values at almost all points. From the viewpoint that the calculated value is the maximum possible wind speed, it is considered to provide useful information in terms of pre-disaster prevention regarding typhoon damage. As a result of comparing the wind speeds at the 10 m altitude (which were obtained from the typhoon prevention model by categorizing the Korean peninsula into inland, coastal, and island regions), with the observed values, the island region, showed the best results (due to the presence of fewest obstacles on the ground), followed by the coastal, and inland regions. This study suggests that the 3-second gust is a justified parameter to be used in the typhoon disaster prevention model. Therefore, the typhoon disaster prevention model can be efficiently applied to the typhoon disaster prevention system.

Acknowledgement

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A Study on the Assimilation of Meteorological Data and Sea Surface Temperature Data for Improving the Accuracy of WRF Prediction during Typhoon periods on the Korean Peninsula

*Woo-Sik JUNG[1], Hana Na[1]

1. Department of Atmospheric Environment Information Engineering, Atmospheric Environment Information Research Center, Inje University, Gimhae 50834, Korea

Typhoons affecting the Korean peninsula and the surrounding regions originate in the Western Pacific Ocean. The SST around Korean peninsula are increasing at a more rapid rate than the rate of global SST. Consequently, the intensity of typhoons affecting the Korean peninsula will become stronger. Therefore, studies on the implementation of the typhoon disaster prevention system, to minimize the damage by predicting the maximum possible wind speed at the time of the influence of the typhoon, were carried out. In addition, recent studies have used the WRF model, which is useful for work-site operation and research. It is suitable for work-site operation as well as research to emulate the high-resolution data of the typhoon disaster prevention model. In this study, SST data and FDDA data were assimilated to produce the optimal WRF results. The results obtained were used as input data to the typhoon disaster prevention model, which is part of the typhoon disaster prevention system. This study selected Typhoon Bolaven (that moved north to the Yellow Sea and greatly damaged the metropolitan area in the Korean peninsula), and used WRF 3.5.1 version for data evaluation. The RDAPS numerical model data of the Korea Meteorological Administration were used as the model input data, and the OSTIA data were used as the SST data. For the FDDA data assimilation (OBS nudging), the sensitivity test was performed using the wind speed and temperature data of vertical and synoptic observations in the Korean peninsula region. As a results of time series analysis and statistical analysis, the maximum wind speed difference was about 5 m/s when the input data were applied differently. High-resolution sea surface temperature data assimilation yielded better results than the meteorological data assimilation. When the meteorological data assimilation and high-resolution sea surface temperature data assimilation were applied simultaneously, better results were obtained than under individual data assimilation cases. If the maximum possible wind speed of the 3-second gust that can occur during a typhoon is estimated using the optimal high-resolution results, the damage due to the typhoon will be effectively reduced through accurate prediction.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

Keywords: WRF, Typhoon, SST

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A Study on the Assimilation of Meteorological Data and Sea Surface Temperature Data for Improving the Accuracy of WRF Prediction during Typhoon periods on the Korean Peninsula

Woo-Sik Jung, Hana Na

Typhoons affecting the Korean peninsula and the surrounding regions originate in the Western Pacific Ocean. The SST around Korean peninsula are increasing at a more rapid rate than the rate of global SST. Consequently, the intensity of typhoons affecting the Korean peninsula will become stronger. Therefore, studies on the implementation of the typhoon disaster prevention system, to minimize the damage by predicting the maximum possible wind speed at the time of the influence of the typhoon, were carried out. In addition, recent studies have used the WRF model, which is useful for work-site operation and research. It is suitable for work-site operation as well as research to emulate the high-resolution data of the typhoon disaster prevention model. In this study, SST data and FDDA data were assimilated to produce the optimal WRF results. The results obtained were used as input data to the typhoon disaster prevention model, which is part of the typhoon disaster prevention system. This study selected Typhoon Bolaven (that moved north to the Yellow Sea and greatly damaged the metropolitan area in the Korean peninsula), and used WRF 3.5.1 version for data evaluation. The RDAPS numerical model data of the Korea Meteorological Administration were used as the model input data, and the OSTIA data were used as the SST data. For the FDDA data assimilation (OBS nudging), the sensitivity test was performed using the wind speed and temperature data of vertical and synoptic observations in the Korean peninsula region. As a results of time series analysis and statistical analysis, the maximum wind speed difference was about 5 m/s when the input data were applied differently. High-resolution sea surface temperature data assimilation yielded better results than the meteorological data assimilation. When the meteorological data assimilation and high-resolution sea surface temperature data assimilation were applied simultaneously, better results were obtained than under individual data assimilation cases. If the maximum possible wind speed of the 3-second gust that can occur during a typhoon is estimated using the optimal high-resolution results, the damage due to the typhoon will be effectively reduced through accurate prediction.

Acknowledgement

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017R1D1A3B03036152)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Validation and application of a finite element approach on field mechanically stabilized earth walls with secondary reinforcement

*BING-RU WU[1], CHIH-HSUAN LIU[1], CHING HUNG[1]

1. National Cheng Kung University

Mechanically stabilized earth (MSE) walls have been used widely to prevent slopes from natural disasters around the world. The typical vertical spacing of geosynthetic reinforcement used in the practical MSE wall may cause high reinforcement connection strength and lead to wall-facing bulging. Previous studies show that installing short (secondary) reinforcement layers in-between primary reinforcement layers could mitigate these problems by reducing wall facing deflection and primary reinforcement strains, increasing the wall internal stability, alleviating down-drag forces behind the wall facing, and so on. Although the performance of the secondary reinforcement has been widely examined, its controlling factors (i.e., length, spacing, distribution) on the behavior of MSE wall are scarcely studied. In this study, a finite element approach was validated via a benchmark field case and was applied to understand the effect of the controlling factors on the behavior of MSE wall as well as giving a guidance on the design of MSE wall with secondary reinforcement.

Keywords: retaining structure, MSE wall, controlling factors, secondary reinforcement, finite element

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

EXPERIMENTAL STUDY ON POLYUREA-COATED RC SLAB SUBJECTED TO CONTACT EXPLOSIONS

*Minghsien Wu[1], Yingkuan Tsai[1], Chien-Hsien Liu[1], Pang-Ting Pai[1], Feng-Cheng Yang[1], Chun-Chia Huang[1]

1. Chung Cheng Institute of Technology National Defense University

Global terrorism is on the rise as the number of attacks soared, puts the world under the threat of car bomb, suicide bomb and so forth, and causes a huge amount of loss of life and property. Current buildings and infrastructures are mostly constructed using reinforced concrete, due to the brittleness of concrete material, when a structure subjected to blast loadings, the phenomena such as cracking and spalling at the proximal face of the target, and the ejection of fragments from the distal face of the loaded surface can be observed. These types of damage or failure could severely harm to the structural stability and the safety of people and equipment inside the building. Thus, the blast resistance of buildings has become an important issue in structural design and evaluation. Considering the high tensile strength and excellent impact resistance of polyurea materials, it is expected that the blast performance of a reinforced concrete element can be enhanced by coating this material onto its surface.

The purpose of this study is to investigate the blast performance of the polyurea coating on reinforced concrete slabs by conducting a series of filed explosion tests. The size of the specimen is 50cm×50cm×15cm. Four pieces of RC slabs were tested: RC slab without coating, RC slabs with coating on the front face, coating on the back face, and coating on the both faces. The thickness of coating is 3 mm. The specimens were fixed on a steel frame and detonated at the center of the test surface with a size of 5cm×5cm×2.5cm of 100g C4 rectangular explosive. The size and depth of the damage area on the front and back of the RC slabs were measured and evaluated by developing 3D models with point clouds from photographs.

The results show that when the unreinforced RC slabs is subjected to contact explosion, cratering will occur on the front side of the specimen and spalling will occur on the back side of the specimen; and when the RC slabs is coated on the front side of the specimen, the polyurea reinforcing layer at the contact explosion site is destroyed, but the damage degree were reduced; and in the case of the back-explosive surface reinforcement, the damage range of the cratering is also reduced, and the polyurea coated with the back-explosive surface has no crack, damage and blow-through. When the coating layer is removed, the back surface of the test piece is observed, and only cracks are generated but no obvious spalling. It is obvious that polyurea produces good adhesion due to its material properties and tightly constrains the fragments. Therefore, it has been shown by experiments that the use of polyurea elastic coatings to reinforce the explosion surface or the back explosion surface of the RC slabs can enhance the explosion-proof capability and reduce or protect from spalling, thereby achieving the purpose of protecting the internal life and property of the building. It is known from this test that the polyurea coating with a thickness of 3 mm can effectively and significantly reduce or avoid the occurrence of spalling when applied to the back surface of RC slabs.

Keywords: polyurea coatings, contact explosions, cratering, spalling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Simulation and field investigation of scour and sediment transport after Dam removal in the mountainous creek in Central Taiwan

*Chunhung WU[1]

1. Feng Chia University

The research focuses on using the flume experiments to observe the head-erosion phenomena caused by dam removal and simulate the channel evolution in the upstream and downstream of dam after dam removal by using CCHE2D model. The research area is in the Landaw river watershed in Huisun National Forest Area in the Central Taiwan. Two silts of silt dam build in the Landaw river had been lowered down 2.5 m height to release the deposited sediment to transport to downstream in 2013, and the research proceeded long term observation of the head-erosion in the upstream of the silt dam by using UAV and field investigation.
The research proceeded the flume experiments to simulate the sediment transport from the upstream of the dam and simulate the channel evolution in the upstream and downstream of dam by using CCHE2D model after dam removal. The control factors in the flume experiments are the sediment size, the discharge, the channel slope, and the removal area of check dams. The sediment size settings in this research include totally 0.9 mm, half 0.9 mm and half 0.5 mm, and totally 0.5mm, while the discharge settings include 3.4, 83.0, and 102.6 cubic centimeter per second. The channel slope settings include 4.4, 8.7 and 13 degree. The research records the sediment yield volume, the geomorphologic changes and the knickpoints evolution in the longitudinal sections after removing different area of dams in 27 flume experiments. Based on the dominant factors for the bank erosion scouring, 27 flume experiments can be classified into 3 types, including infiltration-dominated bank erosion experiments, surface runoff-dominated bank erosion experiments, and infiltration and surface runoff co-exist bank erosion experiments.
Furthermore, the research also uses CCHE2D model to simulate the sediment transport after the dam removal process of the silt dam in the upstream of Landaw river watershed. The research uses the river discharge in the day with the maximum 24 hours accumulated rainfall from 2015 to 2018, and the original DSMs in 2010, 2016, 2018 as the topographic models to simulate the scouring process in the upstream of the silt dam after dam removal. The research also proceeded the field investigation to verify the simulation result.
The accumulated rainfall setting for the simulation of CCHE2D model is 585 mm in 24 hours, and this is the accumulated rainfall with return period years of 50 year in the Landaw river watershed. Based on the simulation result by using CCHE2D model with the accumulated rainfall of 585 mm in 24 hours, the elevation of main river has been lowered down 5.4 m, and the maximum width of the head-erosion in the upstream od the silt dam is around 5.24 m. The total erosion sediment volume is estimated as 1370 cubic meter. The slope in the longitudinal profile along the main river can be classified into two sections. The slope from the silt dam to 23 m upward in the upstream is estimated as 0.31, while that from the 23 m upward in the upstream to the 200 m upward in the upstream is estimated as 0.151. This means that the knickpoint is in the 23 m upward in the upstream of the silt dam. The result will be the basis for developing the assessment model for assess the feasibility of dam removal in the rivers.

Keywords: Dam Removal, CCHE-2D, sediment transport

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

平成30年7月豪雨における外水氾濫の素因の検討と体系化
Examination and systematization of predispositions to floods in the Heavy Rain in July 2018

*木村 佳菜子[1]、須貝 俊彦[2]
*Kanako Kimura[1], Toshihiko Sugai[2]

1. 東京大学、2. 東京大学大学院新領域創成科学研究科
1. The University of Tokyo, 2. Graduate School of Frontier Sciences, the University of Tokyo

はじめに

外水氾濫の素因に関しては，河川工学分野や地理・地形学分野における研究で言及されてきたが，その多くは氾濫と地形・地質との関係を自明のこととして扱う，あるいは補足的に解釈するにとどまる．

本研究は平成30年7月豪雨における外水氾濫を対象とした．近年では異例の発生数となったためである．地域としては，外水氾濫の集中した瀬戸内側の河川，中でも破堤地点が多くその位置情報が正確に把握されている高梁川水系小田川を選択した．本研究の目的は，①今回の氾濫についてのデータベースを作成すること，②素因を空間スケールごとに，人為の影響もふまえつつ考察すること，③水害リスク評価の高精度化に寄与する知見を得ること，である．

地域概要と手法

平成30年7月豪雨は，2018年6月28日～7月8日に主に西日本で発生した記録的な大雨である．この豪雨による外水・内水氾濫や土砂災害で甚大な人的・人家被害が出た．

中国地方には侵食小起伏面という特徴的な地形が見られる．瀬戸内側の平野は沈降地域に中国山地から河川が流下して形成されたもので，河川上流域には深層風化花崗岩類が分布する．小田川は吉備高原に発し倉敷市で高梁川に合流する一級河川であり，高梁川より河床勾配が小さいこと，高梁川の小田川合流部の下流に狭窄区間があることにより洪水時には背水の影響を受ける．流域内で特に被害の大きかった真備町地区は，高度経済成長期から現在にかけてベッドタウン化していた．

日本地理学会災害対応委員会が，今回の豪雨による氾濫地点をマッピングしたものをWebで公開している（http://ajg-disaster.blogspot.com/）．そのマップに掲載されている氾濫地点（主に小田川）について河道特性を調査し，マトリクスにまとめた．また，小田川，高梁川，芦田川水系吉野川，賀茂川の破堤地点についてアナグリフによる空中写真判読を行い，破堤地形分類図を作成した．

小田川の河床縦断面図，および河床勾配，河道幅・低水路幅，堤外地最大水深の縦断変化グラフを作成した．前二者については移動平均による平滑化も行った．

結果・考察

破堤地点の多くが県の管理区間にあり，小田川支流での破堤地点の9/10地点は天井川化していた．県による整備が追いついていないことが推察される．マトリクス中の破堤2地点と，国土交通省社会資本整備審議会（2018）で報告された法崩れ5地点が樋門であった．樋門のある地点は破堤・法崩れのリスクが高い．微高地は氾濫に対し比較的安全とされてきたが，マトリクス中で最も破堤幅が大きく落堀が顕著であった2地点は微高地上にあることから，微高地における水害リスク評価を更新する必要がある．似た特徴を持つ破堤地点と非破堤地点の比較から，急な堤防傾斜が破堤に影響することも示唆された．

縦断方向の変化グラフからは，堰の下流で河床勾配が比較的大きい区間では氾濫が発生しにくく，その下流で河床勾配が緩やかになる区間では氾濫が発生しやすいことが示唆された．小田川の破堤地点の一つでは，堤防が周囲と比べて低くなっていることも明らかになった．

結論

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地点スケールでの素因として，樋門，天井川区間，堤防の低まりが挙げられる．微高地の安全性にも疑問が残る．区間スケールでは，河床勾配の比較的大きい堰の下流区間より，その下流にある河床勾配の緩くなる区間がハイリスクである．中でも，福原にある大屈曲外岸は氾濫が繰り返し発生している．また，水系・地域スケールでは，小田川と高梁川の河床勾配差に影響する侵食小起伏面を素因と捉えた．花崗岩類が広く分布するため中小河川の天井川化が起こりやすいということも挙げた．人為の影響については，国・県の整備が追いついていないことを示したが，浸水リスクが指摘されていた真備町地区がベッドタウン化していることから土地開発の問題も大きいと考えられる．

参考文献

泉田温人（2018），鬼怒川下流域におけるクレバススプレーの形成と微高地発達への寄与，東京大学新領域創成科学研究科自然環境学専攻修士論文

内田和子（2011），岡山県小田川流域における水害予防組合の活動，水利科学No.320，pp.40-55

太田陽子，成瀬敏郎，田中眞吾，岡田篤正（2004），日本の地形6　近畿・中国・四国，東京大学出版会

国土交通省社会資本整備審議会（2018），平成30年7月豪雨について，
http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/shaseishin/kasenbunkakai/shouiinkai/r-jigyouhyouka/dai11kai/pdf/5-1.shiryou.pdf

国土地理院防災地理課（2015），治水地形分類図解説書，
http://www.gsi.go.jp/common/000106990.pdf

山本晃一（1994），沖積河川学ー堆積環境の視点から，山海堂

キーワード：小田川、天井川、微高地、クレバス・スプレー、河床勾配
Keywords: the Oda River, raised bed river, alluvial ridge, crevasse splay, channel slope

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

	地点	種類	確かさ 海津ほか	直後写真	確かさ 総合	支流名	岸	河道植生	砂州	河床材料	河道幅 (m)	低水路幅 水面幅(m)	狭窄 (m)	/河道幅 (広)	堤防高 堤外地	堤防高 堤内地	横幅 堤内地	傾斜 堤内地
小田川	4	破堤	ほぼ正確	×	△	尾坂川	左	草（2014）	上216-85mに（2014）	砂	27	(7)	-	-	2.1	1.7	9	0.189
	5	破堤	ほぼ正確	×	△	-	左	草（2007）	-	-	142	(30)	-	-	6.3	3.1	17	0.182
	6	破堤	ほぼ正確	×	△	-	右	～草（2014）	下15m左岸，固定化（2014）	砂	155	(35)	-	-	5.1	2.6	22	0.118
	7	破堤	ほぼ正確	×	△	-	左	草（2014）	-	砂	180	(20-37)	100	0.42	5.7	2.5	13	0.192
	8	破堤	ほぼ正確	○	○	(水路)	左	-	-	-	5	2	-	-	1.3	1.8	9	0.200
	9	越水	ほぼ正確	○	○	-	右	草（～樹木）	両岸	砂	181	38-47	-	-	7.3	(山)	-	-
	10	破堤	不正確	○	○	大武谷川	右	～草	-	-	13	1-2	-	-	1.5-2.1	2.2	8	0.275
	11	破堤	ほぼ正確	○	○	-	左	草～樹木	左（内）岸に30m	砂	206	58	28	0.14	5.8	4.0	12	0.333
	12	破堤	ほぼ正確	○	○	真谷川	左	草（～樹木）	-	-	37	1-2	-	-	6.0	5.4	13	0.415
	13	越水	ほぼ正確	○	○	-	右	草～樹木	樹林化中州	砂	233	複数本	-	-	7.8	3.4	13	0.262
	14	破堤	ほぼ正確	○	○	高馬川	右	草	-	-	13	7	-	-	1.5	4.0	14	0.286
	15	破堤	ほぼ正確	○	○	高馬川	左	草	-	-	13	7	-	-	3.0	5.8	13	0.446
	16	破堤	ほぼ正確	○	○	-	左	草～樹木	樹林化中州	砂	217	複数本	-	-	8.2	6.0	18	0.333
	17	越水	ほぼ正確	○	○	-	右	樹木	樹林化中州	砂	227	複数本	-	-	7.2	2.6	16	0.163
	18	破堤	ほぼ正確	○	○	末政川	右	～草	-	-	12	1-2	-	-	1.6	-	-	-
	19	破堤	ほぼ正確	○	○	末政川	左	～草	-	-	12	1-2	-	-	2.1	-	-	-
	20	破堤	ほぼ正確	○	○	末政川	右	～草	-	-	30	1-2	6	0.20	5.1	6.5	18	0.361
	21	破堤	ほぼ正確	○	○	末政川	左	～草	-	-	32	1-2	6	0.19	5.5	6.2	19	0.326
高梁川	1	破堤	-	○	○	-	右	樹木多い	右（内）に80m	砂	240	65	70（緩やか）	-	10.3	3.0	11	0.273
	2	破堤	-	○	○	-	右	樹木多い	右（内）	砂	190	80	同上	-	9.7	2.2	9	0.244
砂川		破堤	ほぼ正確	×	△	-	左	草～樹木（2007）	右岸(2007)	砂	58	5	-	-	4.5	4.5	15	0.300
旭川		破堤	ほぼ正確	×	△	-	左	草～（2007）	80m下から(2007)	粗砂～	175	116	80m下から54減	0.31	5.3	-	-	-
芦田川		破堤	不正確	○	○	吉野川	右	～草	-	-	9	0-1	-	-	0.3	1.9	8	0.238
賀茂川		破堤	不正確	○	○	-	右	～草	右岸に17m	砂	37	16	-	-	-	2.5	10	0.250

Fig. 1 A part of flood point matrix.

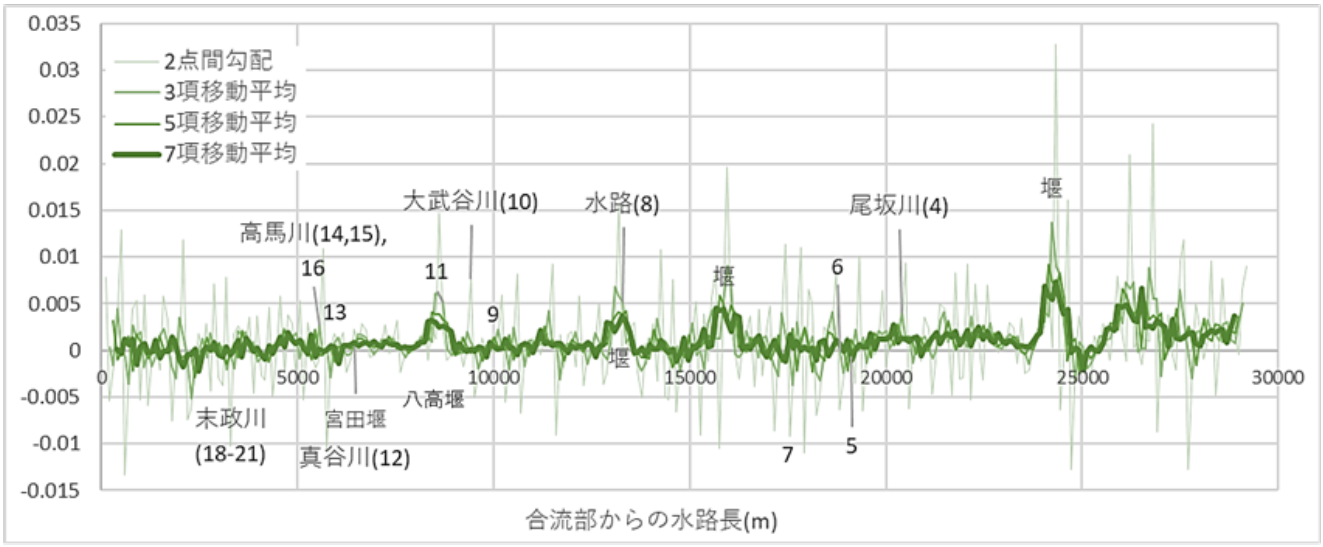


Fig. 2 The downstream change graph of the river bed slope.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ハザードマップポータルサイトにおける災害リスク情報の拡充と提供方法の高度化

Expand various disaster risk information and sophisticate methods to disseminate on the Hazard Map Portal Site

*上芝 卓也[1]、藤井 夢佳[1]、吉松 直貴[1]、髙桑 紀之[1]、山崎 航[1]、諏訪部 順[1]
*Takuya Ueshiba[1], Yumeka Fujii[1], Naoki Yoshimatsu[1], Noriyuki Takakuwa[1], Wataru Yamasaki[1], Jun Suwabe[1]

1. 国土地理院
1. GSI of Japan

I. Introduction
In June 2006, it was necessary to prepare the portal site about hazard maps which anyone can search on the internet, according to the policy established by Ministry of Land, Infrastructure Transport and Tourism. Geospatial Information Authority of Japan, in cooperation with Water and Disaster Management Bureau and so on, began to operate Hazard Map Portal Site since April 2007. This latest site has two main contents. One is Layered Hazard Map which enables users to layer various maps and disaster risks, and another is Published Hazard Map showing links to hazard maps made by each local government.

II. Questionnaire about Hazard Map Portal Site
A questionnaire was conducted in 2015 for 18 local governments and about 1,000 residents to figure out these things: how much they recognize and use it, needs, and to know the problems of this site. Various needs and requests were made clear, for example, the addition of the function displaying all disaster risk information by clicking map, implementation of browsing feature by mobile device, preparation of download page published data on this site, expanding the data about disaster risk information and evacuation facilities, making the data open for public on the Internet and machine-readable (hereinafter referred to “Open Data”) and so on.

III. Three activities
Three activities were carried out based on this questionnaire.
1. Improvement of function
Three functions were mainly added on this site. One is the function displaying multiple risks, which were inundation, landslide, sediment disaster and so on, at arbitrary point on Layered Hazard Map, another is the compatibility with smartphones which enable to access this site away from home, and the other is function of downloading list files of URL linking to Published Hazard Map.
2. Expanding Data
Designated Emergency Evacuation Area (flood from river, storm surges, tsunami, debris flow, steep slope failure / landslide, fire disasters), expected inundation areas of ministry-controlled river due to statistical heaviest rainfall, expected inundation areas of tsunami, and landform classification of Fundamental Land Classification Survey were released.
3. Open Data
Raster tiles of expected inundation areas of ministry-controlled river due to statistical heaviest rainfall, Landslide Prone Areas and dangerous site by sediment and landslide disaster was added to Open Data list. Furthermore, these raster tiles data started to be converted to vector tiles data and will be distributed as Open Data by June 2019.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

IV. Future perspective
We carried out improvement of this site system, expansion data of disaster risk information and Open Date of raster tiles covered on Layered Hazard Map. Due to this effort, tasks revealed in 2015 questionnaire survey were solved and this site became more useful. This result led to further publicize disaster risk and contributed to raise awareness of disaster prevention.
In order to expand data and make the site more useful, various information including expected inundation area maps classified by duration time and expected inundation areas by reservoir break will be disclosed and more functions, for example 3D page of Layered Hazard Map, will be added.

キーワード：災害リスク、ハザードマップ、ウェブ地図、オープンデータ
Keywords: disaster risk, hazard map, web map, open data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

確率論的断層変位ハザード解析における主断層評価式に関する検討ー既知の活断層との関連性の考慮ー

A study on evaluation formulae of the principal fault in PFDHA- In consideration of a relevance to known active faults-

*神田 剛[1]、高尾 誠[1]、金戸 俊道[1]、荒川 武久[1]
*Tsuyoshi Kanda[1], Makoto Takao[1], Toshimichi Kaneto[1], Takehisa Arakawa[1]

1. 東京電力ホールディングス株式会社
1. Tokyo Electoric Power Company Holdings, Inc

１．はじめに

高尾ら(2013)は，日本国内の地表地震断層のデータを基に確率論的断層変位ハザード解析（PFDHA）に必要な各種評価式を提案している．提案式のうち，地震の規模（M_w）と主断層が出現する確率（P_{1p}）との関係式，及びM_wと主断層の断層変位量（最大値MDおよび平均値AD）との関係式については，①活断層の存在が知られている場所で発生した地震と，②累積的な痕跡が無く活断層の存在が知られていない場所で発生した地震について，Youngsら(2003)と同様に区別していない．本検討では，高尾ら（2003）の評価式を提案する際に用いた107個の震源について，①と②を区別した上で評価式の再検討を実施した．

２．検討方法

次に示す手順で検討した．(a)上記107個の震源と既往の文献に記載のある既知の活断層のうち最も距離が近いものと因果関係があると仮定，(b)震源から当該活断層までの最短距離を算出（逆断層及び正断層：当該断層の傾斜を考慮した断層面までの最短距離，横ずれ断層：平面図上の最短距離），(c)震源と既知の活断層との関連性の有無を閾値（本検討では4km,6km,8km）で評価，(d)閾値以内のものを①とし，閾値を超えるものを②として区別，(e)震源メカニズムと当該活断層のメカニズム（タイプ）が矛盾する地震は②に区別，(f)①及び②のデータセットのそれぞれについて，MwとP_{1p}との関係式を最尤推定法に基づくロジスティック回帰式により同定，(g)①及び②のデータセットのうち地表地震断層の断層変位量が得られている16地震について，Mwと主断層の断層変位量との関係式を最小二乗法に基づき同定．なお，高尾ら(2013)に倣い切片を回帰した．

３．結果及び考察

P_{1p}のロジスティック回帰曲線を次に示す．$P_{1p}=e^z/(1+e^z)$，$z=a+bM_w$，閾値4kmの場合：①a=-33.652，b=5.168，②a=-31.068，b=4.751，閾値6kmの場合：①a=-39.781，b=6.148，②a=-24.515，b=3.688，閾値8kmの場合：①a=-42.321，b=6.558，②a=-20.912，b=3.102．①のデータに基づくP_{1p}は高尾ら(2013)の回帰式より大きくなり，②は高尾ら(2013)より小さくなることが想定されるところ，実際にいずれの閾値の場合においても，想定と同じ結果が得られた．また，P_{1p}については，既知の活断層から震源までの距離と相関があることも確認できた．

次に，主断層の断層変位量のM_wとの関係式を次に示す．$\log(MD)=c+0.82M_w$，$\log(AD)=d+0.62M_w$，閾値4kmの場合：①c=-5.20，d=-4.70，②c=-5.14，d=-4.77，閾値6kmの場合：①c=-5.15，d=-4.69，②c=-5.32，d=-4.91，閾値8kmの場合：①c=-5.16，d=-4.70，②c=-5.27，d=-4.87．変位量回帰式もP_{1p}と同

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

様に，①のデータに基づく回帰式は高尾ら(2013)の回帰式より大きくなり，②は高尾ら(2013)より小さくなることが想定されるところ，実際には閾値6km及び8kmについては想定と同じ結果を得たものの，4kmでは明瞭な差は認められなかった．

４．結論

PFDHAに必要な各種評価式のうち，主断層に関する評価式について，①活断層の存在が知られている場所で発生した地震と，②累積的な痕跡が無く活断層の存在が知られていない場所で発生した地震を閾値を設定して区別した上で，評価式の再検討を実施した．その結果，主断層が出現する確率（P_{1p}）については，①と②の相違が明確であるとともに，活断層から震源までの距離との間に相関が認められたことから，式を使い分けることが可能であることが判った．したがって，今後，確率論的地震動ハザード解析（PSHA）における領域震源の考え方をPFDHAに応用する場合には，本研究成果を適用することができるものと考える．

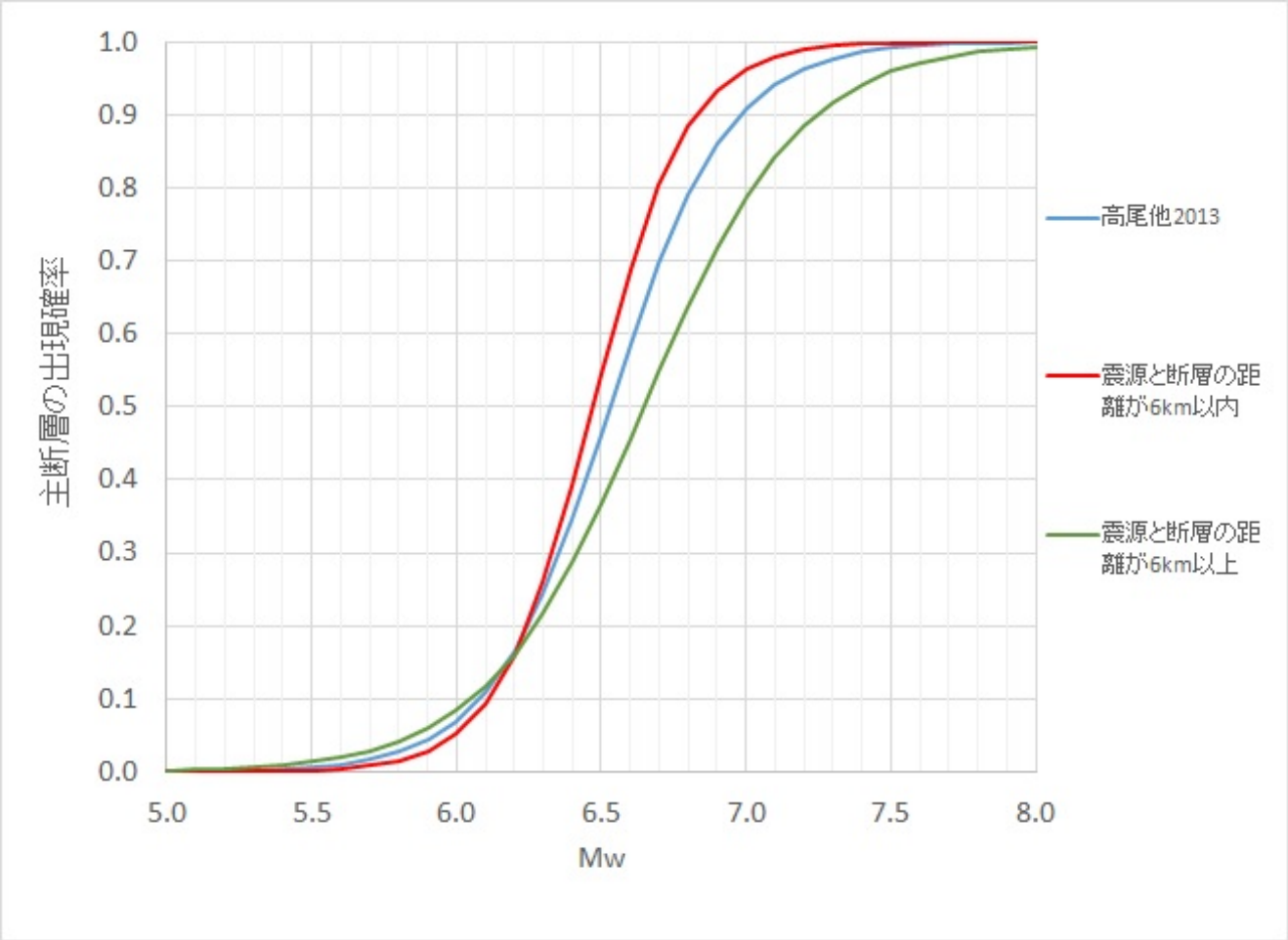
なお，変位量評価式については，閾値によっては①と②に差が認められるものの，閾値との明確な相関がみられない．地表地震断層のデータが少なく相関が認められない可能性があるため，今後，より多くのサンプルを収集した上で評価式を検討することが望ましいと考えられる．

参考文献

1)高尾ら，日本地震工学会論文集，第13巻，2013，pp.17-36
2)Youngs, R.R., et al. , Earthquake　Spectra, Vol.19, No.1, 2003, pp.191-219
3)地質調査総合センター，活断層データベース，2013
4)東京大学出版会，活断層詳細デジタルマップ[新編]，2018

キーワード：確率論的断層変位ハザード解析、主断層出現確率、断層変位量、活断層との関連性
Keywords: PFDHA, probability of surface rupture of the principal fault, fault displacement, a relevance to an active fault

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2014年8月豪雨で発生した広島市の土石流災害における土砂堆積量の分布特性

Characteristics of sediment deposition distribution in debris flow disasters in caused by heavy rain in August 2014 Hiroshima, Japan

*内山 庄一郎[1]、須貝 俊彦[2]
*Shoichiro Uchiyama[1], Toshihiko Sugai[2]

1. 国立研究開発法人防災科学技術研究所、2. 東京大学
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. The University of Tokyo

1.背景

戦後の土砂災害対策は、防災施設整備による対策を中心に進められてきた。一方で、宅地開発等に伴い危険箇所は年々拡大し、それらに対する防災設備の整備完了には100年以上を要するとされる（国土交通省、2018a）。このため、防災設備のみでは土砂災害の被害防止が難しいことから、ソフトウェア対策の推進が始まった（土砂災害防止法）。しかし、2018年7月西日本豪雨災害の土砂災害による犠牲者の多くは、土砂災害警戒区域内で被災したことが指摘された（国土交通省、2018b）。これらの事実から、土砂災害リスクが高まった状況における事前避難は十分とはいえない状況が指摘できる。

2. 目的と意義

居住する土地の潜在的な危険性を認識し、被災の危険が高まった際の自律的な避難行動が行われるためには、第一に、住む場所で生じる災害とその被害の様相を、あらかじめ把握する必要がある。このように土石流のハザード・リスク情報の高度化を目指す上では、実際の災害で発生した被害の実態を詳細に明らかにする必要がある。例えば、土石流の挙動と流路上の建物や植生との関係性を理解することは、土石流被害の予測にとって重要である。そこで本研究では、2014年8月20日未明に発災した土石流により被災した、広島県広島市安佐南区の6地区を対象に、土石流による土砂堆積量の計測とその分布特性の分析を行った。

3. 手法

災害前の空中写真、および災害発生後の無人航空機撮影画像をSfM多視点ステレオ写真測量（以下、SfM）によって解析し、それぞれの時期の地表面の高さモデル（以下、DSM）を得た。次に、災害前後の2時期のDSMの差分から、地表面の高さ変化を求めた。災害前の空中写真には、2008年5月21日撮影のデジタル空中写真（国土地理院）23枚を使用し、災害後の空中写真には、発災から4日後に無人航空機で撮影した約700枚の垂直写真を使用した。GNSS測量により30地点を計測し、地上基準点として10点、精度検証点として14点を使用した。SfMにより作成したDSMおよびオルソ画像の空間分解能は、災害前がそれぞれ20 cm、災害後がそれぞれ3.5 cmとなった。DSMの精度検証の結果、14地点の精度基準点における三次元のRMSEは、26.2 cm（災害前DSM）、11.5 cm（災害後DSM）であった。地表面の高さ変化は、GISにより、2014 DSMから2008 DSMを減算して求めた。

次に、災害後のオルソ画像から土砂堆積範囲を判読し、ポリゴンデータを作成した。この時、次に述べる2時期のDSMの誤差を考慮して、また、作図上の区切りとして0.3 m以上の堆積が認められる範囲を堆積域の下限として認定した。また、土砂の堆積とは無関係な地表面変化の影響を除外するため、植生や一部の建物等について、土砂堆積範囲のポリゴンから除外した。ここでは、侵食量は計算の対象としなかった。

地表面高さ変化データのうち、土砂堆積範囲ポリゴンの内部では、正の値を持つメッシュが土砂堆積に相当する。GISにより、これらのメッシュを合計することにより土砂堆積量の合計値を求めた。この時、次のように2時期のDSMの誤差を考慮した。前項で得た各時期のRMSE（災害前26.2 cm、災害後11.5 cm）の二乗和平方根（28.6 cm）を求め、これより高さ変化が大きいメッシュのみを対象とした。

GNSS測量の機材には、二周波対応のGPS受信機であるTrimble 5800、SfMソフトウェアにはAgisoft

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

PhotoScan Pro. 1.0.4、GISにはESRI ArcGIS for Desktop 10.2を用いた。

4. 結果

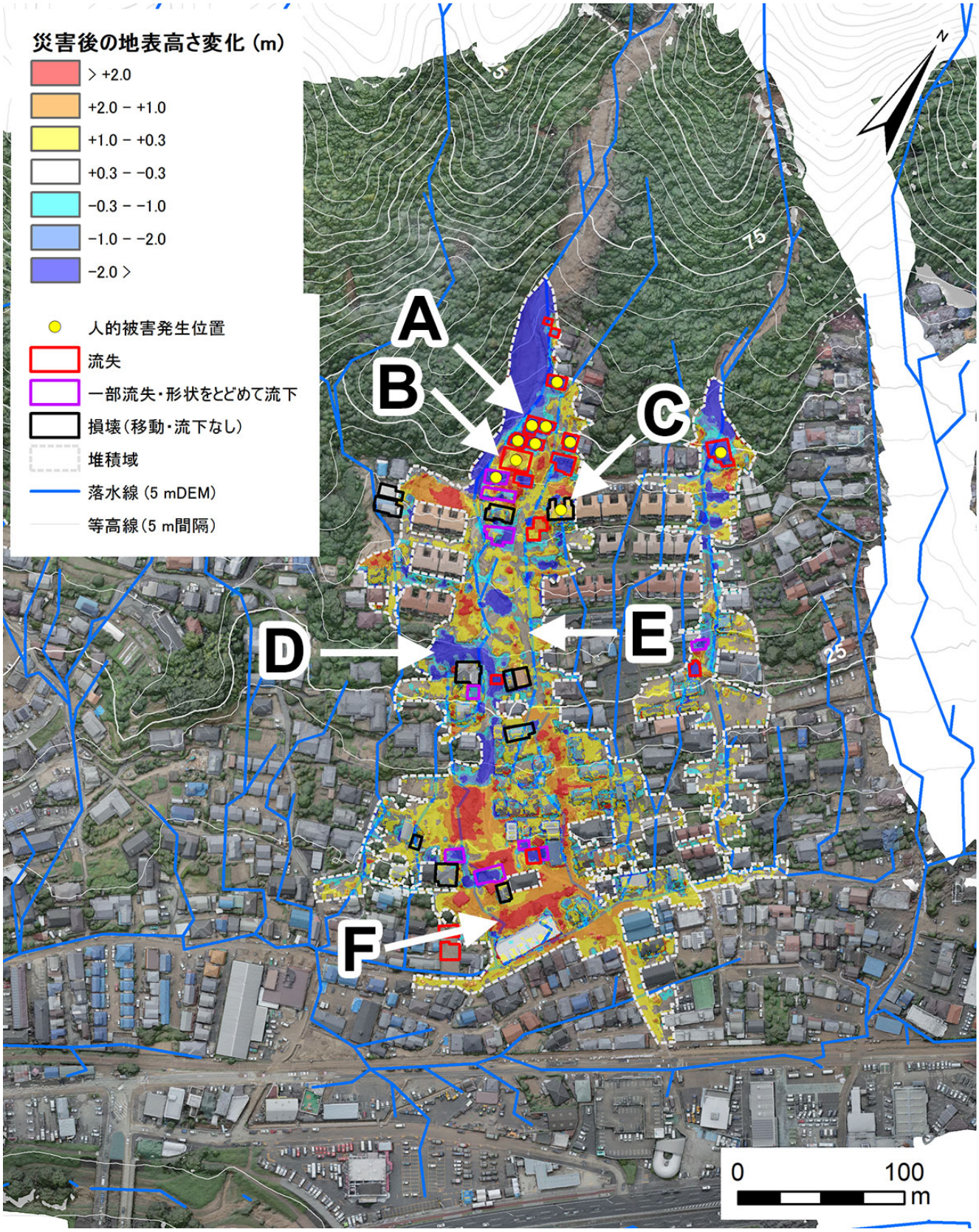
得られた結果のうち、八木3地区を図示する。中央部に落水線が近接して2本あり、約25 m幅の広い主流路となった。上下70 mの区間に分布する7棟が流失し、20名の犠牲者を生じた（A）。この並びの最下流部にある住宅では、建物の一部が形状をとどめたまま下方に移動し、2名の犠牲者を生じた。また、この住宅の並びの中間部にあったアパートが土石流により流失したが、災害前空中写真では空き地であったため、DSMの高さ変化の見かけ上は、堆積にみえた（B）。落水線上に位置する県営住宅の建物では土砂等が流れ込み、1名の犠牲者を生じた（C）。主流路に隣接する植生域のうち、流路に近い側が侵食された（D）。主流路の流下経路上に、土砂の堆積厚が薄いエリアがあった（E）。主流路の突き当りにある駐車場には、層厚2 mを超える土砂が堆積した。オルソ画像では、堆積物は泥状のテクスチャーを示した（F）。

参考文献

国土交通省 (2018a) 土砂災害防止法の概要
国土交通省 (2018b) 土砂災害警戒区域の検証

キーワード：土石流、2014年8月豪雨、土砂堆積量、無人航空機、SfM多視点ステレオ写真測量
Keywords: debris flow, heavy rain in August 2014, volume of sediment deposition, UAV, SfM-MVS Photogrammetry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

紀伊半島沿岸における津波被災後の土地利用変遷とその課題
Land use change after tsunami and its problems in Kii peninsula

*沖館 健太[1]、青木 賢人[2]
*Kenta Okidate[1], Tatsuto Aoki[2]

1. 金沢大学人文学類、2. 金沢大学地域創造学類
1. School of Humanities, Kanazawa University, 2. School of Regional Development Studies, Kanazawa University

東日本大震災の発生や南海トラフ地震の予測の進捗を受けて、津波防災への関心が社会的に高まっている。日本列島において沿岸の低地は住民の居住域である一方、津波襲来時には浸水域ともなることから、津波防災を考える上で津波防災と土地利用を結び付けた研究は重要である。しかし、その対象地には偏りが見られ、特に南海トラフ地震の発生により甚大な被害が危惧されている地域においては研究の蓄積が不十分である。そこで本稿では、紀伊半島沿岸における防災・減災を考慮した土地利用計画策定のため、過去の津波被災後の土地利用変遷を定量的に分析し、その地域的特徴と課題を明示した。

白浜地区、串本地区、那智湾周辺地区の3つの対象地区はいずれも昭和東南海地震(1944年)および昭和南海地震(1946年)にて津波被害を受けており、南海トラフ地震の震源域にも近い位置にある。市街地は背後に山地が迫った海岸の狭隘な平野や砂州上に形成されており、被災後は具体的な計画が示されないまま復興が行われた。

1947年、1965年、1986年、2002年の4年代の空中写真から6つの分類に則って土地利用を判読し、QGISを用いて地理情報データを作成・解析した。また、聞き取り調査や補完として現地踏査も行った。これによって対象3地区における土地利用変遷の様相を明らかにした。

住宅・建築物は、小規模な市街地がそれぞれ拡大・連接することで大きく増加した。その要因としては、荒地・農用地や森林・原野の転用が挙げられる。特に1947年から1965年にかけては、津波によって浸水した更地から住宅・建築物への転換が顕著であった。住宅・建築物の転用元としては森林・原野よりも荒地・農用地が多いことも分かった。1947年時点での陸地面積が少なかった串本地区では、海域の埋め立てによる住宅・建築物や荒地・農用地の増加も見られた。港湾の陸域はすべての対象地区で大幅な増加が見られ、その多くが埋め立てによるものであることが分かった。また、対象地区すべてで埋め立てによって津波浸水域が拡大し、津波浸水域内の宅地化が進行していた。年代を追うごとに宿泊施設や公共施設といった大型施設が津波浸水域内に増えていることも分かった。

分析の結果、原地への復興、宅地の増加、荒地・農用地から住宅・建築物への転用、大規模な港湾施設の整備の4つの地域的特徴が明らかになった。これらの要因としては地形的制約や観光開発のほか、人口増加などにより住宅の需要が増大したことや漁業従事者が農業従事者より多いという対象地区の経済構造などが挙げられる。また対象地区の土地利用変遷には、海岸の平野部における高密度な宅地の立地、海域の大規模な埋め立てによる宅地や港湾施設の整備、海岸における大型建造物の林立という3つの課題があると考えられる。これらは対象地区の防災政策において重視されている避難行動を妨げる恐れがあり、現在に至るまで計画の策定がなかったことで発生したと考えられる。課題の解消には、津波に対して安全な土地利用の実現に向けた長期的な計画を策定することが急務である。

キーワード：防災、南海トラフ地震、土地利用、地理情報システム
Keywords: Disaster prevention, Nankai Trough Earthquake, land use, GIS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

米軍空中写真を用いた1947年カスリーン台風における河川氾濫に伴う赤城山南麓の建物被害の復元と建物被害集中域の土地条件の検討
Reconstruction of the building damages caused by the Typhoon Kathleen and analyses of their land conditions at the southern foot of the Akagi Volcano using U.S. military aerial photographs

*青山 雅史[1]、齋藤 由樹[2]
*Masafumi Aoyama[1], Yoshiki Saito[2]

1. 群馬大学教育学部、2. 群馬大学大学院生
1. Faculty of Education, Gunma University, 2. Graduate Student, Gunma University

１．はじめに

地域における洪水リスク評価には、過去の浸水履歴が重要な基礎資料となる。また、近年の自然災害の多発により、学校現場における防災教育や災害リスク管理などの強化が求められている。赤城山南麓では、1947年カスリーン台風がもたらした多量の降雨により多くの領域で浸水被害が発生したが、その分布や土地条件などについて、詳細な検討が行われてきたとは言い難い。それらのことを背景として、本発表では、カスリーン台風における河川氾濫による浸水および浸水被害について、地表状態を明瞭に判読できる米軍撮影空中写真が存在する赤城山南麓を対象として、空中写真の判読とGIS（地理情報システム）を活用した浸水域および浸水被害状況の詳細な復元、および浸水域と浸水（建物）被害発生地点の土地条件の検討、調査対象地域内に立地する小・中学校のカスリーン台風における浸水履歴の有無について検討を行った。なお、本発表は、第二著者の齋藤の修士論文における研究成果に基づく。

２．研究方法

1）カスリーン台風における浸水域を復元するため、発災後の1947年、1948年に米軍が撮影したモノクロ空中写真を用いた判読を行った。また、市町村史におけるカスリーン台風による浸水状況や被害に関する記述を抽出し、その一部に関しては上述の米軍撮影空中写真の判読による照合・確認を行った。2）本調査対象地域の地形条件を明らかにするため、おもに1961年国土地理院撮影空中写真の実体視による判読と現地踏査により、地形分類図を作成した。3）河川氾濫による甚大な建物被害が多数発生した伊勢崎市中心部広瀬川右岸域と前橋市大胡町中心部を対象として、発災前後の米軍撮影空中写真の判読により流失建物や浸水建物などの抽出を行った。4）それらの甚大な建物被害が生じた2つの地域においては、カスリーン台風がもたらした河川氾濫による浸水状況や浸水被害などに関する住民への聞き取り調査を実施した。5）米軍撮影空中写真の判読から得られた浸水域や建物被害発生地点などの土地条件について、GISを用いた解析から検討を行った。

３．結果と考察

浸水域の認定に関しては、洪水流がもたらした土砂（洪水堆積物）や流失建物などの存在が確認された領域を明瞭な浸水域、洪水堆積物が薄く被覆（堆積）し、空中写真の画像上で白っぽく見える領域を不明瞭な浸水域として認定した。

調査対象地域を流下する赤城白川、荒砥川、粕川、桃ノ木川、広瀬川のいずれの流域においても洪水堆積物が分布しており、明瞭・不明瞭な浸水域が存在することを確認できた。伊勢崎市中心部広瀬川右岸域では、河道沿いの多くの建物が流失、浸水していた。大胡町中心部では荒砥川の氾濫により広範囲が浸水し、多くの建物が流失、浸水したことが判読された。伊勢崎市中心部広瀬川右岸域に設定した調査対象地域内において、地形条件ごとの建物流失被害発生率をみると、旧河道では74.2%の建物が流失した一方で、自然堤防上では10.6%であり、建物流失被害は旧河道に集中的に発生していた。この理由として、攻撃斜面側の左岸域に河床からの比高の大きい火山麓扇状地が存在し、右岸域には微高地（自然堤防）が存在するといった地形的制約に

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

よって、相対的な低標高域を形成する旧河道に速い流速の洪水流が集中して流下したことが考えられる。前橋市大胡町中心部に設定した調査対象地域内においても、高水敷に存在していた建物はすべて流出し、谷底平野（17.5%）、低位段丘（4.5%）などにおいて建物流失が生じた。この地区では、荒砥川からの洪水流は火山麓扇状地や火砕流台地などの河床からの比高が大きい地形によって流路が規制され、谷底平野上に集中的に流下し、河床からの比高が数m程度の低位段丘上も浸水し、甚大な建物被害が生じたと考えられた。これら両地区では、河川氾濫の状況や浸水被害に関する情報について、住民を対象とした聞き取り調査からも得ることができた。

赤城山南麓の調査対象地域内に存在する小・中学校は48校（前橋市29校、伊勢崎市19校）あり、カスリーン台風における浸水の有無をみると、カスリーン台風時に浸水した地点に立地する小・中学校は12校（25%）存在していることが明らかとなった。それらの浸水履歴を有する小・中学校のなかにはハザードマップに浸水の危険度（浸水深）が図示されていないものもあり、学校が立地している土地条件や洪水リスクを十分に把握・検討し、必要に応じた対策を講ずる必要がある。

キーワード：1947年カスリーン台風、洪水リスク評価、浸水建物被害、米軍空中写真、赤城山南麓
Keywords: Typhoon Kathleen, flood risk assessment, building damage, U.S. military aerial photographs, southern foot of the Akagi Volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-TT 計測技術・研究手法

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_3

[H-TT19] Geographic Information Systems and Cartography

コンビーナ:小口 高(東京大学空間情報科学研究センター)、村山 祐司(筑波大学大学院生命環境科学研究科地球環境科学専攻)、若林 芳樹(首都大学東京大学院都市環境科学研究科)

地球惑星科学分野で展開されている自然・人文現象に関する地理空間情報を取得，加工，蓄積，分析，可視化するための汎用的な理論と方法を検討する．また，デジタル空間データとGISを用いた実証研究や，地図による具体的な空間表現の成果を発表する．対象を広く設定しているので，GISや地図に関連する隣接諸分野の研究の発表も歓迎する．また，純粋科学的な課題のみならず，教育や社会におけるGISや地図の活用といった応用的な課題や，地球惑星科学分野における意義なども幅広く取り上げる．本セッションは英語で行う．

[HTT19-P01] **Monitoring and Simulating Land Use/Cover Changes and its Impact on Land Surface Temperature in Sapporo City, Japan**

*汝慈 王[1]、村山 祐司[1] (1.筑波大学)

[HTT19-P02] **Spatiotemporal Variations of Land Cover/Use and Sustainable Urban Heat Island (UHI) Mitigation Strategies: A Case Study of Chinese Bay Megacities**

★Invited Papers

*Fei LIU[1]、Yuji MURAYAMA[1] (1. University of Tsukuba)

[HTT19-P03] A LST Study of the Seoul Metropolitan City, South Korea, Based on Landsat Data (1996 – 2017)

*Prabath Priyankara[1,3]、Manjula Ranagalage[1,4]、DMSLB Dissanayake[1,4]、Takehiro Morimoto[1,2]、Yuji Murayama[1,2] (1.Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Japan、2.Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Japan、3.Faculty of Agriculture, University of Ruhuna, Sri Lanka、4.Faculty of Social Sciences and Humanities, Rajarata University of Sri Lanka, Sri Lanka)

[HTT19-P04] Improvement of GIS exercise classes using the GIS open educational resources based on questionnaire surveys

★Invited Papers

*山内 啓之[1]、小口 高[1]、早川 裕弋[2,1]、飯塚 浩太郎[1] (1.東京大学空間情報科学研究センター、2.北海道大学地球環境科学研究院環境地理学分野)

[HTT19-P05] **The Development of COP for Tzu Chi Disaster Prevention System by Using QGIS-Taking 2018 Hualien Earthquake as an Example**

*tseng kuan-wen[1]、 Tsai Ming-Ta[1]、 Wang Yun-Ching[1]、 Wang Ming-Chih[1]、Liu Chien-Hsien[1] (1.03-3809093)

[HTT19-P06] Comparative study on shape and distribution of landslides caused by the 2012 Northern Kyushu heavy rainfall and the 2016 Kumamoto earthquake in the Aso region, Kumamoto, Japan

*羽田 康孝[1]、小口 高[2]、飯塚 浩太郎[2]、齋藤 仁[3,2]、早川 裕弋[4,2]、内山 庄一郎[5] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.東京大学空間情報科学研究センター、3.関東学院大学経済学部、4.北海道大学地球環境科学研究院、5.国立研究開発法人防災科学技術研究所)

[HTT19-P07] Using GIS and remote sensing to assess relationships between landslides and land cover changes in the Sanbagawa and Mikabu Belts, Shikoku, Japan

*Roxanne Lai[1]、Takashi Oguchi[1] (1.University of Tokyo)

[HTT19-P08] **Analysis of Morphometric Parameters for Mountains Ranges and Landslides due to the July 2018 Heavy Rain in Western Japan Using GIS Data**

*福場 俊和[1]、小口 高[2] (1.東京大学理学部地球惑星環境学科、2.東京大学空間情報科学研究センター)

[HTT19-P09] Analyzing short-term topographic change in coastal sand dunes using UAS-SfM photogrammetry: A case study in Northern Kujukuri, Japan

*李 スルギ[1]、中田 康隆[2]、飯塚 浩太郎[3]、小口 高[3] (1.東京大学大学院 新領域創成科学研究科、2.北海道立総合研究機構 森林研究本部 林業試験場、3.東京大学 空間情報科学研究センター)

[HTT19-P10] **Responses of suspended sediment yield to precipitation, topography and dam control in the Yellow River Basin, China**

*Ruiqi Zhang[1]、Takashi Oguchi[2] (1. Department of Natural Environmental Studies, Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo、2.Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo)

Monitoring and Simulating Land Use/Cover Changes and its Impact on Land Surface Temperature in Sapporo City, Japan

*汝慈 王[1]、村山 祐司[1]
*RUCI WANG[1], YUJI MURAYAMA[1]

1. 筑波大学
1. University of Tsukuba

In recent years, urban heat island phenomenon (UHI) which prevails in many cities worldwide has caused broad public concern. UHI phenomenon impairs healthy urban development and causes excessive energy consumption, climatic and environmental deterioration. Land use/cover changes are one of the most crucial variables influencing on UHI. Therefore, monitoring and simulating land use/cover changes and analyzing its effects on LST are essential for healthy urban development. This study aims to capture the impact of land use/cover on LST and simulate the LST under various land use/cover scenarios in Sapporo city, Japan. At first, we monitored the land use/cover changes from 1985 to 2015 and detect the change of LST concerning land use/cover distribution. Then, we predicted the future conditions of LST based on various land use/cover scenarios. The results show that the LST differs according to land use/cover types, and the proportion of land use/cover types is the most significant factor affecting LST. The findings also indicate that the built-up area and paddy field have the highest average LST, while the green space and water area help cool the city. In the future, the green area such as urban green parks and grassland should be planned in the city to mitigate the UHI phenomenon. It reveals the spatial characterization of LST which provides significant insights for government and city planners.

キーワード：地理情報科学、都市ヒートアイランド、地表面温度、土地利用変化、札幌市
Keywords: Geographical information science, Urban heat island, Land surface temperature, Land use/cover change, Sapporo city

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Spatiotemporal Variations of Land Cover/Use and Sustainable Urban Heat Island (UHI) Mitigation Strategies: A Case Study of Chinese Bay Megacities

*Fei LIU[1], Yuji MURAYAMA[1]

1. University of Tsukuba

Rapid urbanization significantly affects the urban thermal environment in the context of global climate change. The assessment of surface urban heat island (SUHI) and development of mitigation strategies in megacities have become frontier issues on human health and urban sustainability. In this study, taking of the three Chinese bay megacities, we attempt to 1) disclose the relationship between land surface temperature (LST) and land cover using remote sensing quantified analysis, 2) to clarify the mechanism and characteristics of SUHI formation based on bi-temporal patterns and variations of land cover, and 3) to sustainably regulate and optimize the urban environment and further create urban planning and policies for relieving urban thermal effect. The study target is Guangzhou metropolitan area (GMA), Hangzhou metropolitan area (HMA) and Shanghai Metropolitan area (SMA) in China. The result of this study indicated remarkably different characteristics, arrangement, and variations among different bay thermal environments. Overall, spatial layouts and changes in the thermal environment of these three megacities were substantially identical with their land cover pattern and tendency. Although land covers significantly influenced the LST as a whole, the different areas had different magnitudes of SUHI coming from different land cover compositions and differentials. The results would provide a valuable reference to disentangle spatiotemporal variation of the bay urban thermal environments, and the urbanization-induced land covers temperature dynamics. This study would contribute to the development of future SUHI mitigation solutions.

Keywords: Land Cover/Use , Urban Heat Island (UHI), Mitigation Strategies

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A LST Study of the Seoul Metropolitan City, South Korea, Based on Landsat Data (1996 –2017)

*Prabath Priyankara[1,3], Manjula Ranagalage[1,4], DMSLB Dissanayake[1,4], Takehiro Morimoto[1,2], Yuji Murayama[1,2]

1. Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Japan, 2. Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Japan, 3. Faculty of Agriculture, University of Ruhuna, Sri Lanka, 4. Faculty of Social Sciences and Humanities, Rajarata University of Sri Lanka, Sri Lanka

Rapid urban growth often replaced urban vegetation with impervious surfaces which leads to increase land surface temperature (LST) periodically and tends to form urban heat islands (UHI). This is a serious issue of urbanized cities and the increase of LST badly affects the well-being of the life and environments of the cities. The Seoul Metropolitan City (SMC), South Korea, is one of the developed and rapidly urbanizing metropolitan city in Asia. The aim of this study was to examine the spatiotemporal variations of LST in the SMC and surroundings in the context of the UHI using Landsat data. The study examined the relationship of LST with the normalized difference vegetation index (NDVI) and the normalized difference built-up index (NDBI) at three time periods 1996, 2006, and 2017. Also, the study was investigated the environmentally critical areas based on LST and NDVI by modeling environmental criticality index (ECI). According to the results of the study, there is a negative correlation between LST with NDVI and positive correlation of LST with NDBI across all three time periods. In SMC, most of the environmentally critical areas are located in the central business district (CBD), near the harbor, and along the main transportation network. According to the results of the study, it is recommended that the identified environmentally critical areas to be considered in the urban planning of the city. Green spaces of the city will help to improve the life and environmental well-being of the SMC.

Keywords: Urban Heat Island, Land Surface Temperature, NDVI, NDBI, Environmental Criticality Index, Seoul Metropolitan City

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Improvement of GIS exercise classes using the GIS open educational resources based on questionnaire surveys

*山内 啓之[1]、小口 高[1]、早川 裕弋[2,1]、飯塚 浩太郎[1]
*Hiroyuki Yamauchi[1], Takashi Oguchi[1], Yuichi S. Hayakawa[2,1], Kotaro Iizuka[1]

1. 東京大学空間情報科学研究センター、2. 北海道大学地球環境科学研究院環境地理学分野
1. Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo, 2. Environmental Geography, Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University

Free and open source GIS software has been utilized for GIS education all over the world. However, as far as we recognize, GIS education in many Japanese universities underutilize such software packages. Therefore, we developed GIS exercise materials explaining spatial data analyses using free and open-source GIS. We have been providing these materials for higher education and designated them as the GIS Open Educational Resources. We used the materials in a university exercise class, which was held as an intensive course for three days at The University of Tokyo. During the exercise, we have conducted questionnaire surveys to clarify the three criteria: difficulty, understanding and satisfactory levels of the students. The results showed that the students felt difficulty in some situations such as the utilization of GIS for the first time and complex operations using different types of data. The contents of the exercise syllabus and materials were improved based on the feedback. We conducted another GIS exercise class at the university to verify the utility of improvements. In this presentation, we show the improvements in the exercise syllabus and the comparison of educational effects on students before and after the improvements.

キーワード：GIS教育、実習、オープン・エデュケーショナル・リソース、Free and open-source GIS
Keywords: GIS education, exercise, Open Educational Resources, Free and open-source GIS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The Development of COP for Tzu Chi Disaster Prevention System by Using QGIS-Taking 2018 Hualien Earthquake as an Example

The Development of COP for Tzu Chi Disaster Prevention System by Using QGIS-Taking 2018 Hualien Earthquake as an Example

*tseng kuan-wen[1]、 Tsai Ming-Ta[1]、 Wang Yun-Ching[1]、 Wang Ming-Chih[1]、Liu Chien-Hsien[1]
*kuan-wen tseng[1], Ming-Ta Tsai[1], Yun-Ching Wang[1], Ming-Chih Wang[1], Chien-Hsien Liu[1]

1. 03-3809093
1. 03-3809093

The Hualien earthquake occurred at 23:50 and 41.6 seconds on February 6, 2018. The epicenter was located in the coastal area of Hualien County. The earthquake scale was 6.2 and the Seismic source depth was 6.3 kilometers. The earthquake disaster along the Milun fault was mainly concentrated in Hualien City, and collapsed the first and second floors of the “Tongshuai” building. The “Yunmen Cuidi” Building showed a 45-degree tilt. The lower floors of the residential community building "Baijin Shuangxing" and “Wuzhu Wusu” at Guosheng Sixth Street were destroyed. This study mainly uses the powerful geospatial analysis capabilities of Geographic Information System (GIS) to provide Tzu Chi's plans for disaster mitigation. The projects include: (1) humanitarian cares; (2) visiting and reporting of damage situations around main disaster areas and (3) “Reassuring Homes Visits” in order to provide assistance to Tzu Chi people for operations of disaster mitigation.

キーワード：Millun fault, geographic information system, spatial analysis, Tzu Chi Foundation
Keywords: Millun fault, geographic information system, spatial analysis, Tzu Chi Foundation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Comparative study on shape and distribution of landslides caused by the 2012 Northern Kyushu heavy rainfall and the 2016 Kumamoto earthquake in the Aso region, Kumamoto, Japan

*羽田 康孝[1]、小口 高[2]、飯塚 浩太郎[2]、齋藤 仁[3,2]、早川 裕弋[4,2]、内山 庄一郎[5]
*Yasutaka Haneda[1], Takashi Oguchi[2], Kotaro Iizuka[2], Hitoshi SAITO[3,2], Yuichi S. Hayakawa[4,2], Shoichiro Uchiyama[5]

1. 東京大学大学院新領域創成科学研究科、2. 東京大学空間情報科学研究センター、3. 関東学院大学経済学部、4. 北海道大学地球環境科学研究院、5. 国立研究開発法人防災科学技術研究所
1. Graduate School of Frontier Science, The University of Tokyo, 2. Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo, 3. College of Economics, Kanto Gakuin University, 4. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 5. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

The 2016 Kumamoto earthquake triggered many landslides in the Aso region, southwestern Japan. Previous studies have revealed the processes of some large representative landslides in the western Aso region, but they have not comprehensively dealt with lots of small landslides. Other studies have discussed landslide distribution and relationships with that of the heavy rainfall events in July 2012 in the northern part of the Central Cones of the Aso volcano. However, they have not been investigated the western part of the Aso region which has various topographical and geological characteristics. Therefore, this study compares the formation and distribution of landslides caused by the heavy rainfall and earthquake events in both the central and western part of the Aso region.

The study areas are the western part of the Aso region and the Sensuikyo region at the northern part of the Central Cones (Fig. 1). The western part was divided into three sites: site P (caldera walls and the outer rim), Q (western part of Central Cones), and R (river terrace and talus) based on geomorphological and geological characteristics. The Sensuikyo region is referred to as site S. This study utilized multi-temporal datasets derived from airborne lidar and photogrammetry using UAV photographs: (i) before the heavy rainfall, (ii) between the heavy rainfall and the earthquake, and (iii) after the earthquake. By using digital elevation data and a sediment transportation map, elevation lowering spots caused by the landslides were identified. Then terrain information and the indexes of shape and spatial distribution were analyzed at the elevation lowering spots.

From the analysis, it was found that the heavy rainfall induced 374 landslides and the earthquake triggered 440 landslides. Landslides affected by the two different events were recognized in sites P and S. In site S, the indexes of spatial distribution showed that the earthquake caused the displacement of regolith remained on the upper convex part of the slope. In site P, the shape indexes indicated that the former event led to removal of topsoil, whereas the latter event induced the failure of lava and pyroclastic rocks. In site Q, failed slopes are not as steep as locations where landslides occurred due to past heavy rainfall events, and remained thick unconsolidated topsoil is composed of volcanic ash. It slipped deeply in 2016 due to strong seismic shaking strengthened by topographic site effects on the convex part of the slope. In site R, landslide shapes and comparison with those in site P suggest that collapsed soil directly fell into rivers without erosion of topsoil.

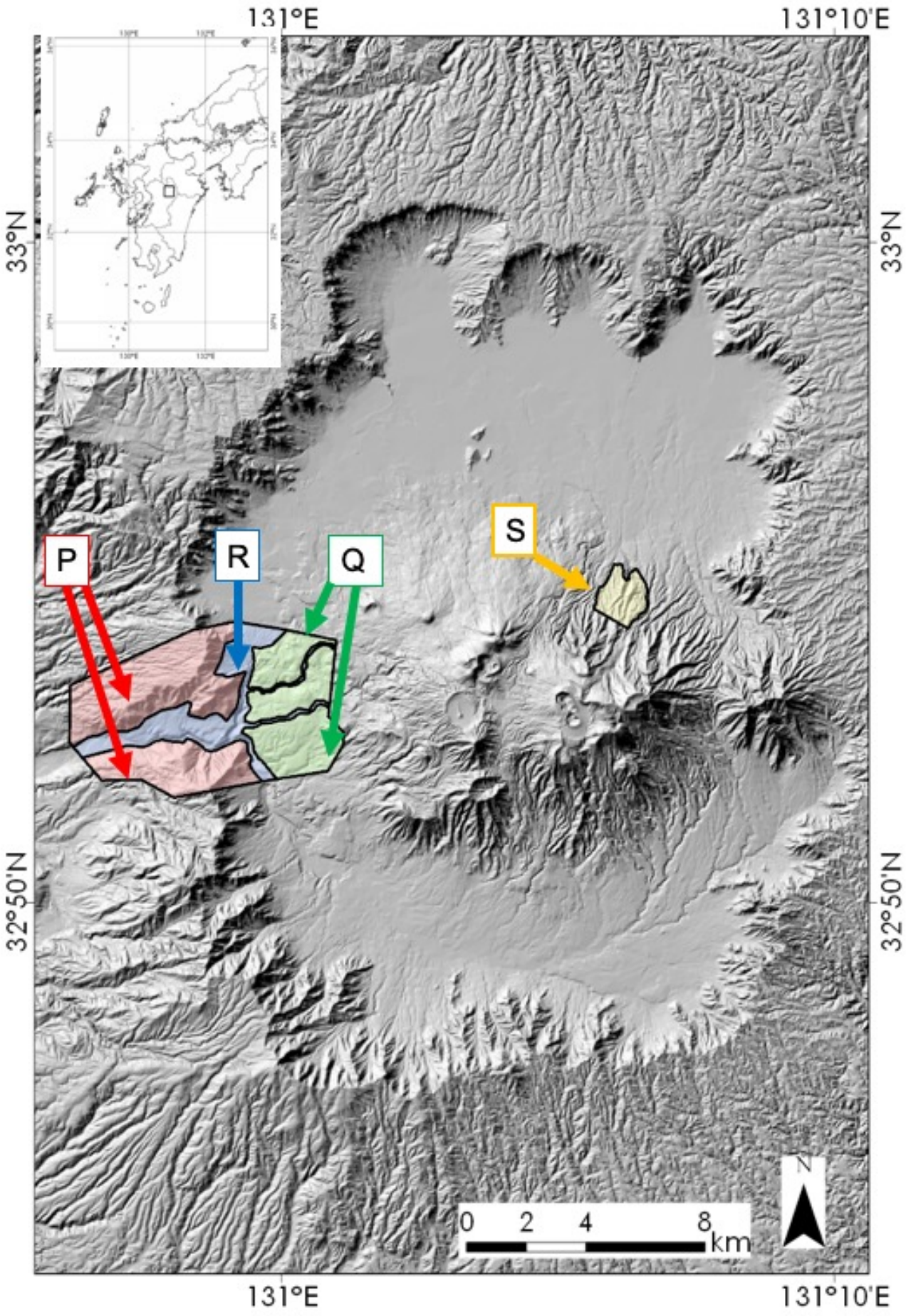
This study has revealed that the distribution of landslides due to the earthquake is related to that by the heavy rainfall in the Sensuikyo region. On the other hand, in the western part of the Aso region, differences in shape and distribution are found between landslides caused by the two events. Moreover,

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

there are differences in the formation of earthquake-induced landslides among the different study sites.

キーワード：2016年熊本地震、2012年7月九州北部豪雨、斜面崩壊
Keywords: The 2016 Kumamoto Earthquake, July 2012 Northern Kyushu Heavy rainfall, landslides

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Using GIS and remote sensing to assess relationships between landslides and land cover changes in the Sanbagawa and Mikabu Belts, Shikoku, Japan

*Roxanne Lai[1], Takashi Oguchi[1]

1. University of Tokyo

The Sanbagawa and Mikabu Belts are metamorphic belts that run across Southwest Japan, and are home to numerous large crystalline schist landslides, including the widely-studied slow but continuously moving Zentoku landslide. Villages and communities have been built on these landslide areas due to historical and cultural factors, as well as the fertility of the soil. With changing human needs and social trends, however, changing land uses is becoming an increasingly important issue. In Japan, movement of the population from rural to urban areas have resulted in much land and agricultural land abandonment. As vegetation cover changes after land abandonment, this temporal and spatial effect may have important effects on geomorphic processes such as landslide susceptibility and landslide kinematics.

Here we track long-term land cover changes over vegetated landslide areas of the Sanbagawa and Mikabu Belts of Shikoku Island, Japan, and conduct spatio-temporal analyses to assess relationships between landslides and land cover changes. Given changing land uses, including land abandonment in these landslide areas over time, we use long-term high-resolution land cover vegetation datasets to examine first the long-term land use changes, and then use statistical methods to explore their relationships with landslide susceptibility and kinematics. Mapping of spatial data and their analysis using GIS constitute a core part of the research. The results suggest interconnections between land use changes and land movement.

Keywords: Landslides, Shikoku, GIS , Remote Sensing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analysis of Morphometric Parameters for Mountains Ranges and Landslides due to the July 2018 Heavy Rain in Western Japan Using GIS Data

*福場 俊和[1]、小口 高[2]
*Toshikazu Fukuba[1], Takashi Oguchi[2]

1. 東京大学理学部地球惑星環境学科、2. 東京大学空間情報科学研究センター
1. Department of Earth and Planetary Environmental Science, The University of Tokyo, 2. Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo

Morphometric parameters for mountains ranges have been analyzed in many studies. These studies in recent years used Digital Elevation Models (DEMs) to calculate values of morphometric parameters within mountains and provided consideration on landform evolution. In addition, morphometric parameters calculated by DEMs have been used for producing landslide hazard maps. This study investigates geomorphometric parameters within the Chugoku and Shikoku Mountains, Japan, and the relationships among the parameters. In addition, landslides caused by the July 2018 heavy rain in western Japan is also investigated and the relationships between the landforms of the mountains and the landslides are discussed. Altitude, slope angle, slope aspect and slope curvature are chosen for morphometric parameters to be investigated.

Morphometric parameters for the Chugoku and in Shikoku Mountains computed using DEMs and GIS have some characteristics common to the Japanese Alps. For example, for wide altitudinal zones, slope angle tends to be constant around 30 to 40 degrees even if altitude changes. However, the values of the constant slope angle are not the same, which may be due to geological differences or the difference in the formation age of mountains. Although the frequency distribution of slope aspect is similar to the Chugoku and Shikoku Mountains, anisotropy of slope aspect is different between the two mountains. This may be caused by differences in the formation age, formation mechanism, or geology of the mountains.

Analysis of landslides caused by the July 2018 heavy rain in Hiroshima using landslide data and DEMs revealed that landslides mostly occurred around 300 m in altitude, at 15 to 30 degrees in slope angle, and on concave slopes. Although the characteristics slope angles higher than 30 degrees point to frequent slope failures at high and steep mountain slopes in the Chugoku and Shikoku Mountains, landslides corresponding to one rainfall event do not necessarily follow this, because they depend on the distribution of rainfall during the event. Therefore, possibility of landslides in low and gentle mountains close to populated areas needs to be considered seriously for mitigating landslide disasters.

キーワード：GIS、山岳地形、斜面崩壊、地形パラメータ
Keywords: GIS, Mountain landform, Landslide, Morphometric parameters

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analyzing short-term topographic change in coastal sand dunes using UAS-SfM photogrammetry: A case study in Northern Kujukuri, Japan

*李 スルギ[1]、中田 康隆[2]、飯塚 浩太郎[3]、小口 高[3]
*Seulgi Lee[1], Yasutaka Nakata[2], Kotaro Iizuka[3], Takashi Oguchi[3]

1. 東京大学大学院 新領域創成科学研究科、2. 北海道立総合研究機構 森林研究本部 林業試験場、3. 東京大学 空間情報科学研究センター
1. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, 2. Forest Research Department, Forestry Research Institute, Hokkaido Research Organization, 3. Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo

Collection of spatial data is critical for the identification of coastlines and coastal zones and related studies in coastal geomorphology. It is particularly important to obtain high-resolution elevation data in order to observe topographical changes of coastal sand dunes with frequent dynamic movements during a short period of time. Unmanned Aerial System (UAS) photogrammetry combined with Structure from Motion (SfM) offers an effective solution to the acquisition of such data. Kujukuri, facing the Pacific Ocean in Chiba Prefecture, Japan, is a region with a long coastal zone of about 60 km. Although the development of this area since the 1960s has destroyed many natural landscapes, they are relatively preserved in Northern Kujukuri. This study focuses on short-term topographic changes in coastal sand dunes there and discusses the effects of vegetation and wind.
UAV-SfM surveys were conducted seven times from September 2016 to December 2018, and the obtained topographic data were analyzed using GIS software (ArcGIS Pro) to evaluate changes in terrain conditions by season and year. We also analyzed the wind direction data provided by the Japan Meteorological Agency. Vegetation data were obtained from the field surveys and the green-red vegetation index extracted from the UAS images. The following three characteristics were identified: 1) Short-term topographic changes tend to be influenced by specific events such as storm events, and therefore terrain conditions in the same season may be different from year to year. 2) General wind conditions represented by the meteorological data corresponding to the overall change of sand dune topography, especially at seasonal or longer scales. 3) Formation of small sand dunes is affected by vegetation distribution. This study has suggested factors affecting short-term topographic changes of coastal sand dunes based on frequent data acquisition in the field and geospatial technologies.

キーワード：GIS、海岸砂丘、UAV、SfM
Keywords: GIS, Coastal sand dunes, UAV, SfM

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Responses of suspended sediment yield to precipitation, topography and dam control in the Yellow River Basin, China

*Ruiqi Zhang[1], Takashi Oguchi[2]

1. Department of Natural Environmental Studies, Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, 2. Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo

Soil erosion has long been a serious problem in the Yellow River Basin in China. The high sediment load carried by the Yellow River results in deposition along its path, raising the riverbed and increasing the flood risk in the lower reaches. To mitigate this situation, large-scale soil conservation measures have been put into practice such as the construction of dams to effectively trap fluvial sediments. Previous studies on this topic focused on the interannual fluctuation of sediment yield caused by dams and reservoirs. However, few studies focused on their effects on the seasonal variation of sediment yield. In 2002, the Yellow River Conservancy Committee began to implement the water-sediment regulation (WSR) scheme to regulate the river water, which further strengthen the impact of dam control on the seasonality of sediment yield. Therefore, this research aims to integrate natural contributing factors such as topography and precipitation with the WSR-based dam control to analyze the seasonal and spatial variations of sediment yield in the Yellow River, for the years 2008 to 2012. Data of daily suspended sediment concentration, water discharge, and precipitation were downloaded from the Chinese Data Sharing Infrastructure of Earth System Science, and the ASTER GLOBAL DEMs with a resolution of 1 arc-second were downloaded from the U.S. Geological Survey web site. ArcGIS and R software packages are used to analyze the obtained data. Inspection of data quality revealed that consecutive sediment yield and precipitation data for 97 watersheds are usable.

Data analysis indicated the following four basic hydrological characteristics of the watersheds. 1) Water discharge within each watershed is not stable both interannually and seasonally, because it has been affected by the implementation of dam regulation as well as low discharge conditions mostly in spring and winter especially in some small watersheds. 2) The variation of sediment yield in some natural watersheds reflects change in precipitation, leading to sediment yield peaks in summer. 3) In other watersheds, the variation of sediment yield tends to be independent of precipitation. Instead, some artificial conservation measures such as dam control effectively intercept sediments from the upstream area. 4) The correlation between suspended sediment yield and water discharge varies among watersheds, and the correlation coefficient can be used as a parameter representing hydrological characteristics. The DEMs have been also analyzed to relate hydrology and climate with geomorphology. The obtained results may help the policy makers better understand the erosion situations in the Yellow River Basin and regulate the soil conservation measures.

Keywords: Suspended sediment yield, the Yellow River basin, seasonality, precipitation, topography, dam control

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-TT 計測技術・研究手法

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_16

[H-TT19] Geographic Information Systems and Cartography

コンビーナ:小口 高(東京大学空間情報科学研究センター)、村山 祐司(筑波大学大学院生命環境科学研究科地球環境科学専攻)、若林 芳樹(首都大学東京大学院都市環境科学研究科)

地球惑星科学分野で展開されている自然・人文現象に関する地理空間情報を取得，加工，蓄積，分析，可視化するための汎用的な理論と方法を検討する．また，デジタル空間データとGISを用いた実証研究や，地図による具体的な空間表現の成果を発表する．対象を広く設定しているので，GISや地図に関連する隣接諸分野の研究の発表も歓迎する．また，純粋科学的な課題のみならず，教育や社会におけるGISや地図の活用といった応用的な課題や，地球惑星科学分野における意義なども幅広く取り上げる．本セッションは英語で行う．

[HTT19-P01] Monitoring and Simulating Land Use/Cover Changes and its Impact on Land Surface Temperature in Sapporo City, Japan

*汝慈 王[1]、村山 祐司[1] (1.筑波大学)

[HTT19-P02] Spatiotemporal Variations of Land Cover/Use and Sustainable Urban Heat Island (UHI) Mitigation Strategies: A Case Study of Chinese Bay Megacities

★Invited Papers

*Fei LIU[1]、Yuji MURAYAMA[1] (1. University of Tsukuba)

[HTT19-P03] A LST Study of the Seoul Metropolitan City, South Korea, Based on Landsat Data (1996 – 2017)

*Prabath Priyankara[1,3]、Manjula Ranagalage[1,4]、DMSLB Dissanayake[1,4]、Takehiro Morimoto[1,2]、Yuji Murayama[1,2] (1.Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Japan、2.Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Japan、3.Faculty of Agriculture, University of Ruhuna, Sri Lanka、4.Faculty of Social Sciences and Humanities, Rajarata University of Sri Lanka, Sri Lanka)

[HTT19-P04] Improvement of GIS exercise classes using the GIS open educational resources based on questionnaire surveys

★Invited Papers

*山内 啓之[1]、小口 高[1]、早川 裕弌[2,1]、飯塚 浩太郎[1] (1.東京大学空間情報科学研究センター、2.北海道大学地球環境科学研究院環境地理学分野)

[HTT19-P05] The Development of COP for Tzu Chi Disaster Prevention System by Using QGIS-Taking 2018 Hualien Earthquake as an Example

*tseng kuan-wen[1]、 Tsai Ming-Ta[1]、 Wang Yun-Ching[1]、 Wang Ming-Chih[1]、Liu Chien-Hsien[1] (1.03-3809093)

[HTT19-P06] Comparative study on shape and distribution of landslides caused by the 2012 Northern Kyushu heavy rainfall and the 2016 Kumamoto earthquake in the Aso region, Kumamoto, Japan

*羽田 康孝[1]、小口 高[2]、飯塚 浩太郎[2]、齋藤 仁[3,2]、早川 裕弌[4,2]、内山 庄一郎[5] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.東京大学空間情報科学研究センター、3.関東学院大学経済学部、4.北海道大学地球環境科学研究院、5.国立研究開発法人防災科学技術研究所)

[HTT19-P07] Using GIS and remote sensing to assess relationships between landslides and land cover changes in the Sanbagawa and Mikabu Belts, Shikoku, Japan

*Roxanne Lai[1]、Takashi Oguchi[1] (1.University of Tokyo)

[HTT19-P08] **Analysis of Morphometric Parameters for Mountains Ranges and Landslides due to the July 2018 Heavy Rain in Western Japan Using GIS Data**

*福場 俊和[1]、小口 高[2] (1.東京大学理学部地球惑星環境学科、2.東京大学空間情報科学研究センター)

[HTT19-P09] Analyzing short-term topographic change in coastal sand dunes using UAS-SfM photogrammetry: A case study in Northern Kujukuri, Japan

*李 スルギ[1]、中田 康隆[2]、飯塚 浩太郎[3]、小口 高[3] (1.東京大学大学院 新領域創成科学研究科、2.北海道立総合研究機構 森林研究本部 林業試験場、3.東京大学 空間情報科学研究センター)

[HTT19-P10] **Responses of suspended sediment yield to precipitation, topography and dam control in the Yellow River Basin, China**

*Ruiqi Zhang[1]、Takashi Oguchi[2] (1. Department of Natural Environmental Studies, Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo、2.Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo)

Monitoring and Simulating Land Use/Cover Changes and its Impact on Land Surface Temperature in Sapporo City, Japan

*汝慈 王[1]、村山 祐司[1]
*RUCI WANG[1], YUJI MURAYAMA[1]

1. 筑波大学
1. University of Tsukuba

In recent years, urban heat island phenomenon (UHI) which prevails in many cities worldwide has caused broad public concern. UHI phenomenon impairs healthy urban development and causes excessive energy consumption, climatic and environmental deterioration. Land use/cover changes are one of the most crucial variables influencing on UHI. Therefore, monitoring and simulating land use/cover changes and analyzing its effects on LST are essential for healthy urban development. This study aims to capture the impact of land use/cover on LST and simulate the LST under various land use/cover scenarios in Sapporo city, Japan. At first, we monitored the land use/cover changes from 1985 to 2015 and detect the change of LST concerning land use/cover distribution. Then, we predicted the future conditions of LST based on various land use/cover scenarios. The results show that the LST differs according to land use/cover types, and the proportion of land use/cover types is the most significant factor affecting LST. The findings also indicate that the built-up area and paddy field have the highest average LST, while the green space and water area help cool the city. In the future, the green area such as urban green parks and grassland should be planned in the city to mitigate the UHI phenomenon. It reveals the spatial characterization of LST which provides significant insights for government and city planners.

キーワード：地理情報科学、都市ヒートアイランド、地表面温度、土地利用変化、札幌市
Keywords: Geographical information science, Urban heat island, Land surface temperature, Land use/cover change, Sapporo city

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Spatiotemporal Variations of Land Cover/Use and Sustainable Urban Heat Island (UHI) Mitigation Strategies: A Case Study of Chinese Bay Megacities

*Fei LIU[1], Yuji MURAYAMA[1]

1. University of Tsukuba

Rapid urbanization significantly affects the urban thermal environment in the context of global climate change. The assessment of surface urban heat island (SUHI) and development of mitigation strategies in megacities have become frontier issues on human health and urban sustainability. In this study, taking of the three Chinese bay megacities, we attempt to 1) disclose the relationship between land surface temperature (LST) and land cover using remote sensing quantified analysis, 2) to clarify the mechanism and characteristics of SUHI formation based on bi-temporal patterns and variations of land cover, and 3) to sustainably regulate and optimize the urban environment and further create urban planning and policies for relieving urban thermal effect. The study target is Guangzhou metropolitan area (GMA), Hangzhou metropolitan area (HMA) and Shanghai Metropolitan area (SMA) in China. The result of this study indicated remarkably different characteristics, arrangement, and variations among different bay thermal environments. Overall, spatial layouts and changes in the thermal environment of these three megacities were substantially identical with their land cover pattern and tendency. Although land covers significantly influenced the LST as a whole, the different areas had different magnitudes of SUHI coming from different land cover compositions and differentials. The results would provide a valuable reference to disentangle spatiotemporal variation of the bay urban thermal environments, and the urbanization-induced land covers temperature dynamics. This study would contribute to the development of future SUHI mitigation solutions.

Keywords: Land Cover/Use , Urban Heat Island (UHI), Mitigation Strategies

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A LST Study of the Seoul Metropolitan City, South Korea, Based on Landsat Data (1996 –2017)

*Prabath Priyankara[1,3], Manjula Ranagalage[1,4], DMSLB Dissanayake[1,4], Takehiro Morimoto[1,2], Yuji Murayama[1,2]

1. Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Japan, 2. Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Japan, 3. Faculty of Agriculture, University of Ruhuna, Sri Lanka, 4. Faculty of Social Sciences and Humanities, Rajarata University of Sri Lanka, Sri Lanka

Rapid urban growth often replaced urban vegetation with impervious surfaces which leads to increase land surface temperature (LST) periodically and tends to form urban heat islands (UHI). This is a serious issue of urbanized cities and the increase of LST badly affects the well-being of the life and environments of the cities. The Seoul Metropolitan City (SMC), South Korea, is one of the developed and rapidly urbanizing metropolitan city in Asia. The aim of this study was to examine the spatiotemporal variations of LST in the SMC and surroundings in the context of the UHI using Landsat data. The study examined the relationship of LST with the normalized difference vegetation index (NDVI) and the normalized difference built-up index (NDBI) at three time periods 1996, 2006, and 2017. Also, the study was investigated the environmentally critical areas based on LST and NDVI by modeling environmental criticality index (ECI). According to the results of the study, there is a negative correlation between LST with NDVI and positive correlation of LST with NDBI across all three time periods. In SMC, most of the environmentally critical areas are located in the central business district (CBD), near the harbor, and along the main transportation network. According to the results of the study, it is recommended that the identified environmentally critical areas to be considered in the urban planning of the city. Green spaces of the city will help to improve the life and environmental well-being of the SMC.

Keywords: Urban Heat Island, Land Surface Temperature, NDVI, NDBI, Environmental Criticality Index, Seoul Metropolitan City

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Improvement of GIS exercise classes using the GIS open educational resources based on questionnaire surveys

*山内 啓之[1]、小口 高[1]、早川 裕弋[2,1]、飯塚 浩太郎[1]
*Hiroyuki Yamauchi[1], Takashi Oguchi[1], Yuichi S. Hayakawa[2,1], Kotaro Iizuka[1]

1. 東京大学空間情報科学研究センター、2. 北海道大学地球環境科学研究院環境地理学分野
1. Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo, 2. Environmental Geography, Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University

Free and open source GIS software has been utilized for GIS education all over the world. However, as far as we recognize, GIS education in many Japanese universities underutilize such software packages. Therefore, we developed GIS exercise materials explaining spatial data analyses using free and open-source GIS. We have been providing these materials for higher education and designated them as the GIS Open Educational Resources. We used the materials in a university exercise class, which was held as an intensive course for three days at The University of Tokyo. During the exercise, we have conducted questionnaire surveys to clarify the three criteria: difficulty, understanding and satisfactory levels of the students. The results showed that the students felt difficulty in some situations such as the utilization of GIS for the first time and complex operations using different types of data. The contents of the exercise syllabus and materials were improved based on the feedback. We conducted another GIS exercise class at the university to verify the utility of improvements. In this presentation, we show the improvements in the exercise syllabus and the comparison of educational effects on students before and after the improvements.

キーワード：GIS教育、実習、オープン・エデュケーショナル・リソース、Free and open-source GIS
Keywords: GIS education, exercise, Open Educational Resources, Free and open-source GIS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The Development of COP for Tzu Chi Disaster Prevention System by Using QGIS-Taking 2018 Hualien Earthquake as an Example

The Development of COP for Tzu Chi Disaster Prevention System by Using QGIS-Taking 2018 Hualien Earthquake as an Example

*tseng kuan-wen[1]、 Tsai Ming-Ta[1]、 Wang Yun-Ching[1]、 Wang Ming-Chih[1]、Liu Chien-Hsien[1]
*kuan-wen tseng[1], Ming-Ta Tsai[1], Yun-Ching Wang[1], Ming-Chih Wang[1], Chien-Hsien Liu[1]

1. 03-3809093
1. 03-3809093

The Hualien earthquake occurred at 23:50 and 41.6 seconds on February 6, 2018. The epicenter was located in the coastal area of Hualien County. The earthquake scale was 6.2 and the Seismic source depth was 6.3 kilometers. The earthquake disaster along the Milun fault was mainly concentrated in Hualien City, and collapsed the first and second floors of the “Tongshuai” building. The “Yunmen Cuidi” Building showed a 45-degree tilt. The lower floors of the residential community building "Baijin Shuangxing" and “Wuzhu Wusu” at Guosheng Sixth Street were destroyed. This study mainly uses the powerful geospatial analysis capabilities of Geographic Information System (GIS) to provide Tzu Chi's plans for disaster mitigation. The projects include: (1) humanitarian cares; (2) visiting and reporting of damage situations around main disaster areas and (3) “Reassuring Homes Visits” in order to provide assistance to Tzu Chi people for operations of disaster mitigation.

キーワード：Millun fault, geographic information system, spatial analysis, Tzu Chi Foundation
Keywords: Millun fault, geographic information system, spatial analysis, Tzu Chi Foundation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Comparative study on shape and distribution of landslides caused by the 2012 Northern Kyushu heavy rainfall and the 2016 Kumamoto earthquake in the Aso region, Kumamoto, Japan

*羽田 康孝[1]、小口 高[2]、飯塚 浩太郎[2]、齋藤 仁[3,2]、早川 裕弋[4,2]、内山 庄一郎[5]
*Yasutaka Haneda[1], Takashi Oguchi[2], Kotaro Iizuka[2], Hitoshi SAITO[3,2], Yuichi S. Hayakawa[4,2], Shoichiro Uchiyama[5]

1. 東京大学大学院新領域創成科学研究科、2. 東京大学空間情報科学研究センター、3. 関東学院大学経済学部、4. 北海道大学地球環境科学研究院、5. 国立研究開発法人防災科学技術研究所
1. Graduate School of Frontier Science, The University of Tokyo, 2. Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo, 3. College of Economics, Kanto Gakuin University, 4. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 5. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

The 2016 Kumamoto earthquake triggered many landslides in the Aso region, southwestern Japan. Previous studies have revealed the processes of some large representative landslides in the western Aso region, but they have not comprehensively dealt with lots of small landslides. Other studies have discussed landslide distribution and relationships with that of the heavy rainfall events in July 2012 in the northern part of the Central Cones of the Aso volcano. However, they have not been investigated the western part of the Aso region which has various topographical and geological characteristics. Therefore, this study compares the formation and distribution of landslides caused by the heavy rainfall and earthquake events in both the central and western part of the Aso region.

The study areas are the western part of the Aso region and the Sensuikyo region at the northern part of the Central Cones (Fig. 1). The western part was divided into three sites: site P (caldera walls and the outer rim), Q (western part of Central Cones), and R (river terrace and talus) based on geomorphological and geological characteristics. The Sensuikyo region is referred to as site S. This study utilized multi-temporal datasets derived from airborne lidar and photogrammetry using UAV photographs: (i) before the heavy rainfall, (ii) between the heavy rainfall and the earthquake, and (iii) after the earthquake. By using digital elevation data and a sediment transportation map, elevation lowering spots caused by the landslides were identified. Then terrain information and the indexes of shape and spatial distribution were analyzed at the elevation lowering spots.

From the analysis, it was found that the heavy rainfall induced 374 landslides and the earthquake triggered 440 landslides. Landslides affected by the two different events were recognized in sites P and S. In site S, the indexes of spatial distribution showed that the earthquake caused the displacement of regolith remained on the upper convex part of the slope. In site P, the shape indexes indicated that the former event led to removal of topsoil, whereas the latter event induced the failure of lava and pyroclastic rocks. In site Q, failed slopes are not as steep as locations where landslides occurred due to past heavy rainfall events, and remained thick unconsolidated topsoil is composed of volcanic ash. It slipped deeply in 2016 due to strong seismic shaking strengthened by topographic site effects on the convex part of the slope. In site R, landslide shapes and comparison with those in site P suggest that collapsed soil directly fell into rivers without erosion of topsoil.

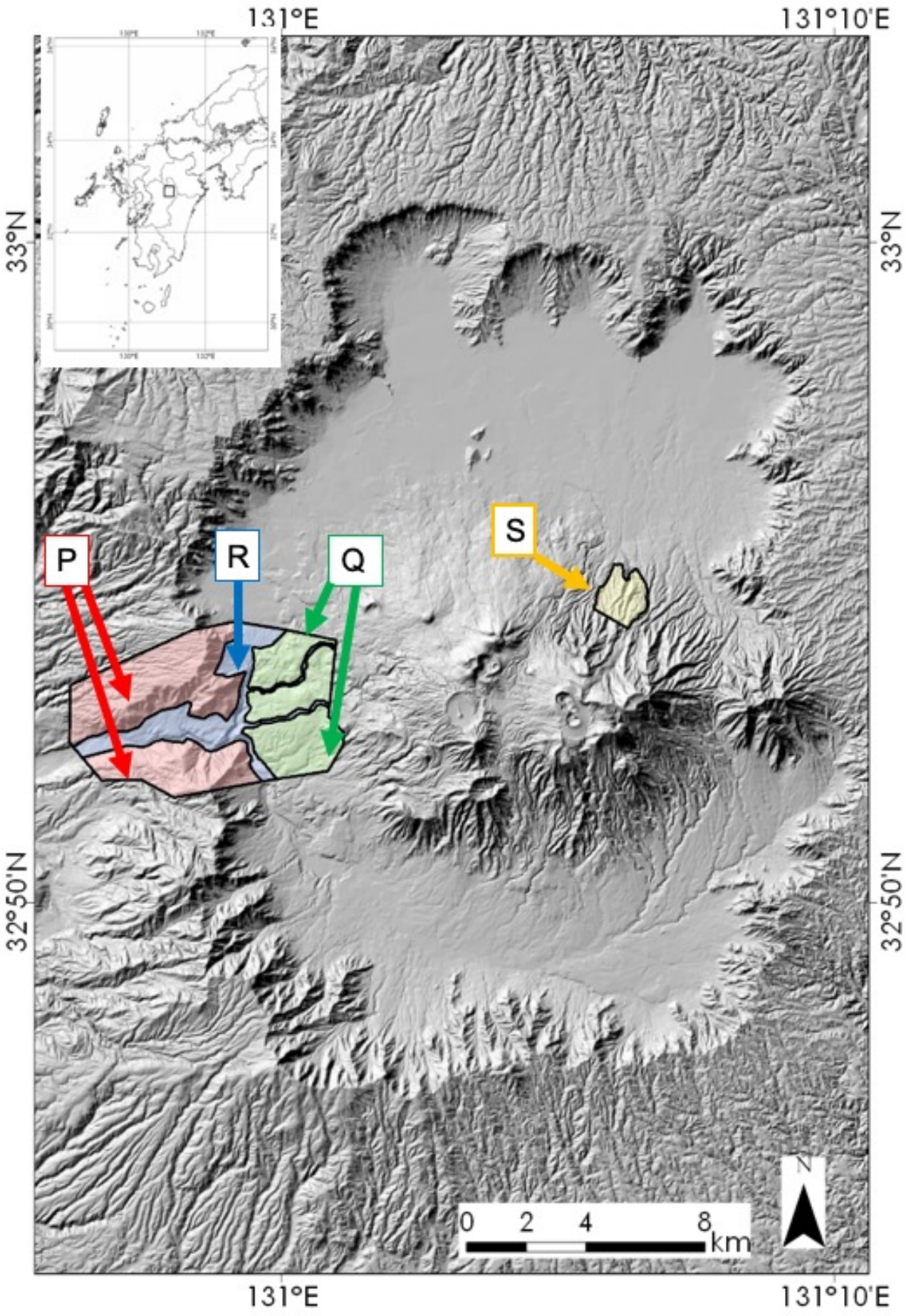
This study has revealed that the distribution of landslides due to the earthquake is related to that by the heavy rainfall in the Sensuikyo region. On the other hand, in the western part of the Aso region, differences in shape and distribution are found between landslides caused by the two events. Moreover,

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

there are differences in the formation of earthquake-induced landslides among the different study sites.

キーワード：2016年熊本地震、2012年7月九州北部豪雨、斜面崩壊
Keywords: The 2016 Kumamoto Earthquake, July 2012 Northern Kyushu Heavy rainfall, landslides

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Using GIS and remote sensing to assess relationships between landslides and land cover changes in the Sanbagawa and Mikabu Belts, Shikoku, Japan

*Roxanne Lai[1], Takashi Oguchi[1]

1. University of Tokyo

The Sanbagawa and Mikabu Belts are metamorphic belts that run across Southwest Japan, and are home to numerous large crystalline schist landslides, including the widely-studied slow but continuously moving Zentoku landslide. Villages and communities have been built on these landslide areas due to historical and cultural factors, as well as the fertility of the soil. With changing human needs and social trends, however, changing land uses is becoming an increasingly important issue. In Japan, movement of the population from rural to urban areas have resulted in much land and agricultural land abandonment. As vegetation cover changes after land abandonment, this temporal and spatial effect may have important effects on geomorphic processes such as landslide susceptibility and landslide kinematics.

Here we track long-term land cover changes over vegetated landslide areas of the Sanbagawa and Mikabu Belts of Shikoku Island, Japan, and conduct spatio-temporal analyses to assess relationships between landslides and land cover changes. Given changing land uses, including land abandonment in these landslide areas over time, we use long-term high-resolution land cover vegetation datasets to examine first the long-term land use changes, and then use statistical methods to explore their relationships with landslide susceptibility and kinematics. Mapping of spatial data and their analysis using GIS constitute a core part of the research. The results suggest interconnections between land use changes and land movement.

Keywords: Landslides, Shikoku, GIS , Remote Sensing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analysis of Morphometric Parameters for Mountains Ranges and Landslides due to the July 2018 Heavy Rain in Western Japan Using GIS Data

*福場 俊和[1]、小口 高[2]
*Toshikazu Fukuba[1], Takashi Oguchi[2]

1. 東京大学理学部地球惑星環境学科、2. 東京大学空間情報科学研究センター
1. Department of Earth and Planetary Environmental Science, The University of Tokyo, 2. Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo

Morphometric parameters for mountains ranges have been analyzed in many studies. These studies in recent years used Digital Elevation Models (DEMs) to calculate values of morphometric parameters within mountains and provided consideration on landform evolution. In addition, morphometric parameters calculated by DEMs have been used for producing landslide hazard maps. This study investigates geomorphometric parameters within the Chugoku and Shikoku Mountains, Japan, and the relationships among the parameters. In addition, landslides caused by the July 2018 heavy rain in western Japan is also investigated and the relationships between the landforms of the mountains and the landslides are discussed. Altitude, slope angle, slope aspect and slope curvature are chosen for morphometric parameters to be investigated.

Morphometric parameters for the Chugoku and in Shikoku Mountains computed using DEMs and GIS have some characteristics common to the Japanese Alps. For example, for wide altitudinal zones, slope angle tends to be constant around 30 to 40 degrees even if altitude changes. However, the values of the constant slope angle are not the same, which may be due to geological differences or the difference in the formation age of mountains. Although the frequency distribution of slope aspect is similar to the Chugoku and Shikoku Mountains, anisotropy of slope aspect is different between the two mountains. This may be caused by differences in the formation age, formation mechanism, or geology of the mountains.

Analysis of landslides caused by the July 2018 heavy rain in Hiroshima using landslide data and DEMs revealed that landslides mostly occurred around 300 m in altitude, at 15 to 30 degrees in slope angle, and on concave slopes. Although the characteristics slope angles higher than 30 degrees point to frequent slope failures at high and steep mountain slopes in the Chugoku and Shikoku Mountains, landslides corresponding to one rainfall event do not necessarily follow this, because they depend on the distribution of rainfall during the event. Therefore, possibility of landslides in low and gentle mountains close to populated areas needs to be considered seriously for mitigating landslide disasters.

キーワード：GIS、山岳地形、斜面崩壊、地形パラメータ
Keywords: GIS, Mountain landform, Landslide, Morphometric parameters

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Analyzing short-term topographic change in coastal sand dunes using UAS-SfM photogrammetry: A case study in Northern Kujukuri, Japan

*李 スルギ[1]、中田 康隆[2]、飯塚 浩太郎[3]、小口 高[3]
*Seulgi Lee[1], Yasutaka Nakata[2], Kotaro Iizuka[3], Takashi Oguchi[3]

1. 東京大学大学院 新領域創成科学研究科、2. 北海道立総合研究機構 森林研究本部 林業試験場、3. 東京大学 空間情報科学研究センター
1. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, 2. Forest Research Department, Forestry Research Institute, Hokkaido Research Organization, 3. Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo

Collection of spatial data is critical for the identification of coastlines and coastal zones and related studies in coastal geomorphology. It is particularly important to obtain high-resolution elevation data in order to observe topographical changes of coastal sand dunes with frequent dynamic movements during a short period of time. Unmanned Aerial System (UAS) photogrammetry combined with Structure from Motion (SfM) offers an effective solution to the acquisition of such data. Kujukuri, facing the Pacific Ocean in Chiba Prefecture, Japan, is a region with a long coastal zone of about 60 km. Although the development of this area since the 1960s has destroyed many natural landscapes, they are relatively preserved in Northern Kujukuri. This study focuses on short-term topographic changes in coastal sand dunes there and discusses the effects of vegetation and wind.
UAV-SfM surveys were conducted seven times from September 2016 to December 2018, and the obtained topographic data were analyzed using GIS software (ArcGIS Pro) to evaluate changes in terrain conditions by season and year. We also analyzed the wind direction data provided by the Japan Meteorological Agency. Vegetation data were obtained from the field surveys and the green-red vegetation index extracted from the UAS images. The following three characteristics were identified: 1) Short-term topographic changes tend to be influenced by specific events such as storm events, and therefore terrain conditions in the same season may be different from year to year. 2) General wind conditions represented by the meteorological data corresponding to the overall change of sand dune topography, especially at seasonal or longer scales. 3) Formation of small sand dunes is affected by vegetation distribution. This study has suggested factors affecting short-term topographic changes of coastal sand dunes based on frequent data acquisition in the field and geospatial technologies.

キーワード：GIS、海岸砂丘、UAV、SfM
Keywords: GIS, Coastal sand dunes, UAV, SfM

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Responses of suspended sediment yield to precipitation, topography and dam control in the Yellow River Basin, China

*Ruiqi Zhang[1], Takashi Oguchi[2]

1. Department of Natural Environmental Studies, Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, 2. Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo

Soil erosion has long been a serious problem in the Yellow River Basin in China. The high sediment load carried by the Yellow River results in deposition along its path, raising the riverbed and increasing the flood risk in the lower reaches. To mitigate this situation, large-scale soil conservation measures have been put into practice such as the construction of dams to effectively trap fluvial sediments. Previous studies on this topic focused on the interannual fluctuation of sediment yield caused by dams and reservoirs. However, few studies focused on their effects on the seasonal variation of sediment yield. In 2002, the Yellow River Conservancy Committee began to implement the water-sediment regulation (WSR) scheme to regulate the river water, which further strengthen the impact of dam control on the seasonality of sediment yield. Therefore, this research aims to integrate natural contributing factors such as topography and precipitation with the WSR-based dam control to analyze the seasonal and spatial variations of sediment yield in the Yellow River, for the years 2008 to 2012. Data of daily suspended sediment concentration, water discharge, and precipitation were downloaded from the Chinese Data Sharing Infrastructure of Earth System Science, and the ASTER GLOBAL DEMs with a resolution of 1 arc-second were downloaded from the U.S. Geological Survey web site. ArcGIS and R software packages are used to analyze the obtained data. Inspection of data quality revealed that consecutive sediment yield and precipitation data for 97 watersheds are usable.

Data analysis indicated the following four basic hydrological characteristics of the watersheds. 1) Water discharge within each watershed is not stable both interannually and seasonally, because it has been affected by the implementation of dam regulation as well as low discharge conditions mostly in spring and winter especially in some small watersheds. 2) The variation of sediment yield in some natural watersheds reflects change in precipitation, leading to sediment yield peaks in summer. 3) In other watersheds, the variation of sediment yield tends to be independent of precipitation. Instead, some artificial conservation measures such as dam control effectively intercept sediments from the upstream area. 4) The correlation between suspended sediment yield and water discharge varies among watersheds, and the correlation coefficient can be used as a parameter representing hydrological characteristics. The DEMs have been also analyzed to relate hydrology and climate with geomorphology. The obtained results may help the policy makers better understand the erosion situations in the Yellow River Basin and regulate the soil conservation measures.

Keywords: Suspended sediment yield, the Yellow River basin, seasonality, precipitation, topography, dam control

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-TT 計測技術・研究手法

2019年5月30日(木) 13:45 ~ 15:15 | 301B 3F

[H-TT19] Geographic Information Systems and Cartography

コンビーナ:小口 高(東京大学空間情報科学研究センター)、村山 祐司(筑波大学大学院生命環境科学研究科地球環境科学専攻)、若林 芳樹(首都大学東京大学院都市環境科学研究科)、座長:村山 祐司、若林 芳樹

地球惑星科学分野で展開されている自然・人文現象に関する地理空間情報を取得，加工，蓄積，分析，可視化するための汎用的な理論と方法を検討する．また，デジタル空間データとGISを用いた実証研究や，地図による具体的な空間表現の成果を発表する．対象を広く設定しているので，GISや地図に関連する隣接諸分野の研究の発表も歓迎する．また，純粋科学的な課題のみならず，教育や社会におけるGISや地図の活用といった応用的な課題や，地球惑星科学分野における意義なども幅広く取り上げる．本セッションは英語で行う．

13:45 ~ 14:00

[HTT19-01] **A study on geographical changes in main roads and coastlines in the 200 years in Japan**

*岩井 優祈[1]、村山 祐司[1] (1.筑波大学大学院生命環境科学研究科地球環境科学専攻)

14:00 ~ 14:15

[HTT19-02] Comparative analysis of foreign tourists' spatial behavior in Tokyo using locational data from the photo-sharing service of Flickr

*Bochra Bettaieb[1]、Yoshiki Wakabayashi[1] (1.Tokyo Metropolitan University)

14:15 ~ 14:30

[HTT19-03] Neighborhood Walkability and its Potential Associations with Residents' Walking Habits

★Invited Papers

*山田 育穂[1]、眞田 佳市郎[2] (1.中央大学理工学部、2.中央大学理工学研究科)

14:30 ~ 14:45

[HTT19-04] **THE STUDY OF USING PARTICLE FILTER METHOD COMBINED INDOOR MAGNETIC MAP AND PEDESTRIAN DEAD RECKONING FOR INDOOR POSITIONING.**

*Yu-Chun Chen[1] (1.Department of Land Economics, National Chengchi University)

14:45 ~ 15:00

[HTT19-05] Assessing the Agriculture Sustainability based on Geospatial Technique in a Tropical Mountain Area : A Case Study in Kotmale Catchment in Sri Lanka.

*DM Sanjeewa Lasantha Bandara[1]、Takehiro Morimoto [2] (1.Division of Spatial Information Science, Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba、2.Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba)

15:00 ~ 15:15

[HTT19-06] **Spatial Evaluation of Potential Tsunami Vertical Evacuation: A Case Study of the Western Coastal Belt in Sri Lanka**

*Ranagalage Mahinda Manjula[1]、Yuji Murayama[1] (1.Division of Spatial Science, Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Japan)

A study on geographical changes in main roads and coastlines in the 200 years in Japan

*岩井 優祈[1]、村山 祐司[1]
*Yuki IWAI[1], Yuji Murayama[1]

1. 筑波大学大学院生命環境科学研究科地球環境科学専攻
1. Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

This study analyzed the changes in the spatial distribution of main roads and coastlines and its determining factors between 1818 and 2018. These changes are important social and natural foundations for the Japanese national land formation, and the knowledge of the spatial changes is useful for promoting the sustainable society. Previous studies have focused on the regional transformation using aerial photographs, drilling surveys, and some old paper maps. They used the geographical data after modernization and targeted the specific region. In our study, an attempt is made to compare the long term of 200 years on the national scale by using INŌ's digital map.
Digital data of main roads and coastlines on the INŌ's map are included in the “Digital INŌ's Map, Professional Edition”. This is digitized by using the INŌ's large paper map which is the largest scale in the INŌ's map. In the analysis of the changes in main roads, we used the attribute information of Digital INŌ's Map. The changes in coastlines were derived by overlay analysis with coastlines of Digital INŌ's Map and the present national land. In the overlay analysis, each section of coastlines which did not overlap with the present national land was defined as the section changed by the backward movement of the coastline. On the other hand, each section of coastlines which overlapped with the present national land contained both the section changed by the reclamation and the section almost unchanged. In analyzing the determining factors, land use data (100m gridded area) and coastal ocean data (1km gridded area) were mainly used.
As a result, it was found that the route changes in main roads were 18.3% of the total (Fig.1), and the changes in coastlines were 28.9% of the whole length. In the changed coastlines, the changed section by the backward movement was 66.3% (Fig.2A), and the changed section due to the reclamation was 33.7% (Fig.2B). Main roads drawn on the INŌ's large map had different density depending on the region, because only main roads surveyed by INŌ's team were drawn on the INŌ's large map. Therefore, the distance of the changed section was summarized at the regional level. The rate of the change was the largest in Kyushu region (27.8%), and the smallest in Shikoku region (2.8%). On the other hand, coastlines drawn on the INŌ's large map distribute uniformly at the national scale. The rate of the change was the largest in the eastern Japan (Fig.2A) and the industrial areas (Fig.2B). Details on determining factors of changes will be discussed on the day of the presentation.

キーワード：街道変化、海岸線変化、伊能図、GIS、日本
Keywords: Changes in Roads, Changes in Coastlines, INŌ's Map , GIS, Japan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

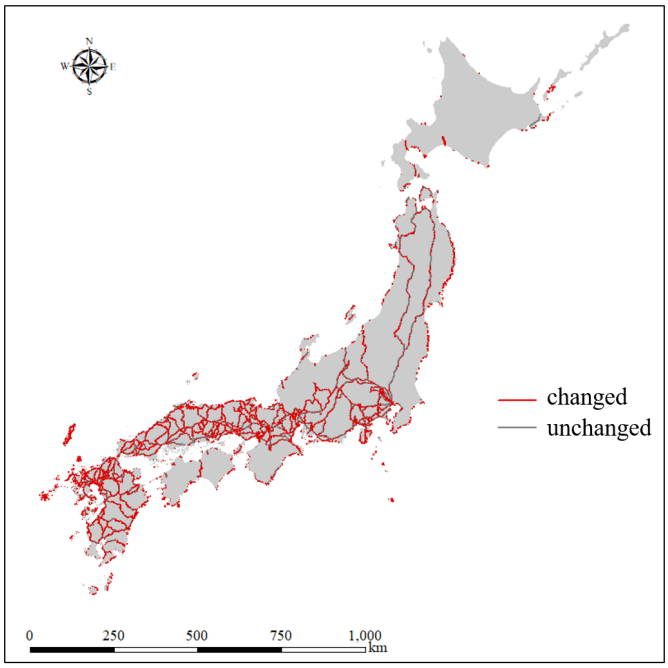


Figure 1 The main roads drawn in the INŌ's large map

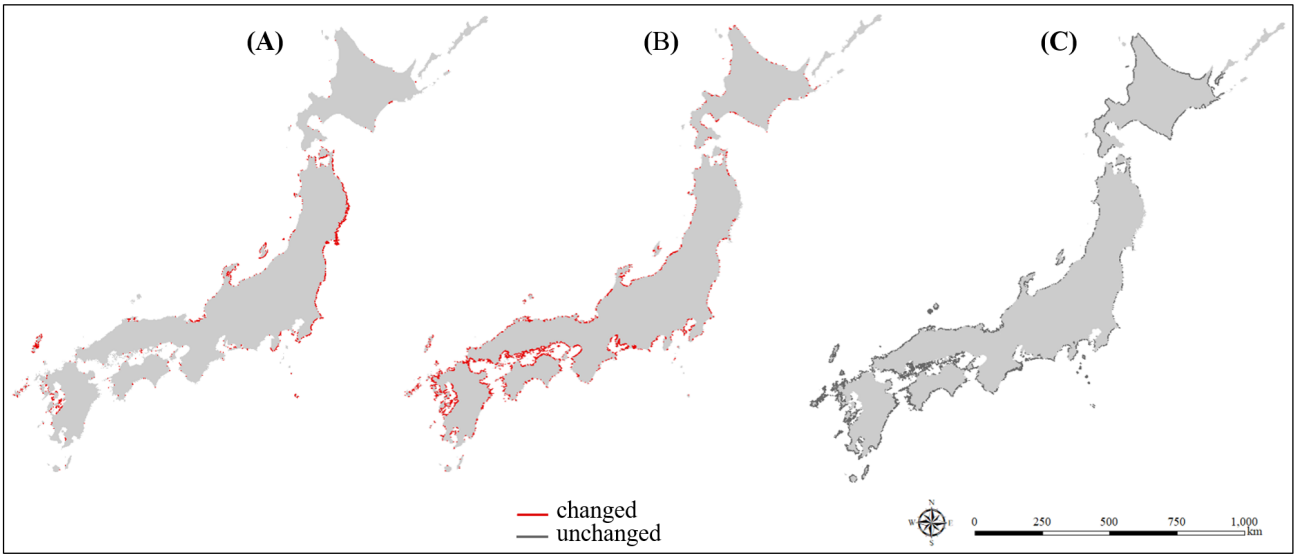


Figure 2 The coastlines drawn in the INŌ's large map; (A) coastlines occurred by backward movement, (B) coastlines occurred by reclamation, (C) coastlines unchanged

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Comparative analysis of foreign tourists' spatial behavior in Tokyo using locational data from the photo-sharing service of Flickr

*Bochra Bettaieb[1], Yoshiki Wakabayashi[1]

1. Tokyo Metropolitan University

These new sources of geospatial data, such as smartphones, global positioning systems, and travel cards, provide the possibility of analyzing high-resolution big data to capture patterns of human spatial behavior across space and time. This study analyzes the geocoded photos from a photo-sharing service to make a comparison of the tourist behavior in Tokyo between countries of foreign visitors.

We selected three places (Shinjuku, Asakusa, and Ginza) as study districts. The data were downloaded from Flickr, one of the most popular online platforms for people to share their travel experiences by uploading photos. We used the data of geocoded photos from 2014, taken within 1.5 km from Shinjuku, Ginza, and Asakusa stations. Information on the nationality of contributors recorded in the Flickr data was used to compare the tourist spots of foreign visitors. To summarize the distribution of the points of photos, we aggregated the point features into a rectangular polygon feature with 100 meter grid square, then we made dot maps and mesh maps to capture the overall distribution of the photos.

The obtained results showed that some tourist spots common to foreign visitors in three study areas, namely, places close to railroad stations. However, spatial patterns of tourist spots varied with the study district in question. In Shinjuku and Ginza, there are differences in tourist spots between Asians and Europeans. Particularly, European tourists' hot spots tend to be more scattered than Asians. However, such differences are not observed in Asakusa, where tourists' hot spots are concentrated around Sensoji Temple and Tokyo Sky Tree. The reason for this is that tourist attractions are concentrated in and around specific facilities in the Asakusa district. Hence, the variations of tourist spots obtained by analyzing the geotagged photographs on Flickr can be explained by the difference in behavior and interest of foreign tourists between countries, as well as the spatial distribution of tourist attractions.

Keywords: social media, Flickr, spatial behavior, mesh map, Tokyo

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Neighborhood Walkability and its Potential Associations with Residents' Walking Habits

*山田 育穂[1]、眞田 佳市郎[2]
*Ikuho Yamada[1], Keiichiro Sanada[2]

1. 中央大学理工学部、2. 中央大学理工学研究科
1. Faculty of Science and Engineering, Chuo University, 2. Graduate School of Science and Engineering, Chuo University

Walkability is a concept that embraces various aspects of physical neighborhood environments that may support and promote walking in a neighborhood. Walkable neighborhoods are expected to improve residents' physical activity level and thus health because such environments may be able to implicitly encourage residents to choose walking over driving as a daily transportation mode. While research on walkability originated in western countries, where obesity and lifestyle-related illnesses has been a longstanding public health problem, such research in Japan is also useful and necessary because improving healthy life expectancy among the elderly in an undemanding way is critical in our super-aging society. The concept of walkability is also closely related to that of the compact city, which is considered to be a promising form of sustainable cities in the field of urban planning, as walking is expected to be a major transportation mode in such cities.

This research therefore aims to investigate potential associations between neighborhood walkability and residents' walking habits with specific consideration to characteristics of Japanese cities. Here, we consider two types of walking, namely walking for transportation and walking for leisure, separately because they may relate to neighborhood walkability in different ways. Moreover, we assess neighborhood walkability both subjectively and objectively so as to capture the neighborhood situations in a more comprehensive manner.

An Internet-based questionnaire survey was conducted in January 2018 in order to collect information about residents' walking habits, subjective evaluations of neighborhood environments, and health in selected 49 municipalities in Tokyo. The survey was implemented via an Internet research company, and about 4000 individuals who had registered as a panel of the ompany responded. Questions related to the residents' subjective evaluations of neighborhoods were based on an internationally used standard questionnaire named ANEWS (Abbreviated Neighborhood Environment Walkability Scale). In addition, objective measures of neighborhood walkability were computed using various GIS datasets such as the small area statistics of 2015 Population Census, road network data, and facility location data. Then, statistical analysis was conducted to assess potential associations between residents' walking habits and both subjectively and objectively measured neighborhood walkability.
Results indicated that the two types of walking habits related to different aspects of neighborhood walkability. For example, neighborhood community was found to have positive association with walking for leisure, but no such association was found with walking for transportation. Further, it was suggested that the associations between residents' walking habits and neighborhood walkability would potentially vary depending on neighborhood settings such as urban and suburban regions. Our results also suggested that subjective and objective measures of walkability might have different associations with the two types of walking even when they were assumed to measure the same aspect of neighborhood environments.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：ウォーカビリティ、近隣住環境、移動歩行、余暇歩行、簡易版歩行環境調査質問紙
Keywords: walkability, neighborhood environments, walking for transportation, walking for leisure, ANEWS (Abbreviated Neighborhood Environment Walkability Scale)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

THE STUDY OF USING PARTICLE FILTER METHOD COMBINED INDOOR MAGNETIC MAP AND PEDESTRIAN DEAD RECKONING FOR INDOOR POSITIONING.

*Yu-Chun Chen[1]

1. Department of Land Economics, National Chengchi University

In the past, we often needed a map to find out the destination in an unfamiliar environment. With the appearance of Global Positioning System, the outdoor positioning performance has approached perfection. However, due to the environment obstruction, the indoor signal will reduce the positioning accuracy. Therefore, indoor positioning technology has become the focus of research and development in recent years.
In the history of indoor positioning technology, target positions were detected by sensors, radio signals and image or Pedestrian Dead Reckoning (PDR). All the technologies above have their own advantages and disadvantages, like costly or low accuracy. It is necessary to combine the different technologies to achieve a comprehensive consideration of cost, efficiency and accuracy. This study used the built-in magnetometer of the smart phones to build the magnetic field maps of the floor and also accelerometer as an aid to achieve indoor positioning. This study effectively improved the accuracy and efficiency of indoor positioning by using the particle filter method combine PDR with the magnetic positioning.

Keywords: Indoor positioning, Magnetic field map, Pedestrian Dead Reckoning, Particle filter

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

THE STUDY OF USING PARTICLE FILTER METHOD COMBINED INDOOR MAGNETIC MAP AND PEDESTRIAN DEAD RECKONING FOR INDOOR POSITIONING.

Yu-Chun Chen , Fang-Shii Ning

Department of Land Economics, National Chengchi University,
NO.64, Sec.2, ZhiNan Rd., Wenshan District,Taipei City 11605, Taiwan (R.O.C)
Email: 106257031@nccu.edu.tw; fsn@nccu.edu.tw

Abstract: In the past, we often needed a map to find out the destination in an unfamiliar environment. With the appearance of Global Positioning System, the outdoor positioning performance has approached perfection. However, due to the environment obstruction, the indoor signal will reduce the positioning accuracy. Therefore, indoor positioning technology has become the focus of research and development in recent years.

In the history of indoor positioning technology, target positions were detected by sensors, radio signals and image or Pedestrian Dead Reckoning (PDR). All the technologies above have their own advantages and disadvantages, like costly or low accuracy. It is necessary to combine the different technologies to achieve a comprehensive consideration of cost, efficiency and accuracy. This study used the built-in magnetometer of the smart phones to build the magnetic field maps of the floor and also accelerometer as an aid to achieve indoor positioning. This study effectively improved the accuracy and efficiency of indoor positioning by using the particle filter method combine PDR with the magnetic positioning.

Keywords: Indoor positioning, Magnetic field map, Pedestrian Dead Reckoning, Particle filter

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Assessing the Agriculture Sustainability based on Geospatial Technique in a Tropical Mountain Area : A Case Study in Kotmale Catchment in Sri Lanka.

*DM Sanjeewa Lasantha Bandara[1], Takehiro Morimoto [2]

1. Division of Spatial Information Science, Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba,
2. Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

Sustainable agricultural systems aim at developing new farming practices that do not degrade the environment. It should be catering to the future societal needs for food and feed, ecosystem services and human health, maximizing the net benefit for people, without compromising the ability of future generations to meet their own needs. The agricultural land where located in the tropical mountain area has been becoming a dilapidated situation due to the unplanned agricultural practices coupled with the physical properties of the area and socioeconomic factors. The Kotmale catchment area is located in the central highland of Sri Lanka and covers 572 km^2 with altitude ranges from 681 to 2,505 meters above mean sea level. It is extended from latitude 7˚6'32.80"N to 6˚47'33.12"N and from longitude 80˚ 50'21.26"E to 80˚34'31.34"E which encompasses in the south-central mountainous. The primary objective of this study is to assess the sustainability of agriculture based on the environmental and socioeconomic indicators in the Kotmale catchment using geospatial techniques. The Analytic Hierarchy Process (AHP) combined with Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods was used as data computation method, and both spatial and non-spatial data were used under the three main criteria, such as environment, social and economic. The results of the analysis show that soil erosion is one of the major issues and it is reported as mean erosion is 9.8 t ha^{-1} yr^{-1}. The mean annual rainfall in this area has decreased over the study period (1986-2016) while temperature has increased up to 2-3 ^{0}C. In view of socioeconomic factors, education level of the farmers, lack of labor force, fluctuation of the unit price of the agricultural production, insufficient income of the farmers was negatively affected to the current agricultural activities of the research area. The result would be an aid and sources for assessing the sustainability of agricultural land and decision makers will be able to use this result for future planning.

Keywords: Kotmale watershed, Soil erosion, Agriculture land sustainability , MCDA , AHP

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Spatial Evaluation of Potential Tsunami Vertical Evacuation: A Case Study of the Western Coastal Belt in Sri Lanka

*Ranagalage Mahinda Manjula[1], Yuji Murayama[1]

1. Division of Spatial Science, Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Japan

On December 26, 2004, a massive tsunami resulted to recode extensive damages in the Indian Ocean. The recorded death toll was more than 35,000, and approximately one million people were affected in Sri Lanka. Lack of awareness was the main reason for massive damage. After this tsunami incident, Sri Lanka was also categorized as a tsunami-vulnerable country. Several past studies have contributed to introducing proper mechanisms that would minimize the damages from the next tsunami incident. Most tsunami-vulnerable areas have been covered by horizontal tsunami evacuation after 2004, and people need to travel great distances to reach tsunami evacuation centers due to the lower elevation profile of the coastal area. The purpose of this study was to spatially evaluate the potential for tsunami vertical evacuation in the western coastal belt in Sri Lanka. The western coastal belt selected by considering the existing urban structure and tsunami vulnerability. Several criteria and assumptions have been computed to achieve the goal of the study. In this analysis, three tsunami scenarios 4 m, 8 m, and 12 m were used to identify potential vertical evacuation sites. According to the results of the inundation ratio, the category of critical buildings can be increased to 1.7% and 67.0% in 4 m and 12 m scenarios, respectively. It was indicated that the 12 m scenario consisted of more damage than the other two scenarios. Tsunami evacuation sites were selected based on the three tsunami scenarios and 220, 232 and 122 sites were selected for the 4 m, 8 m and 12 m tsunami scenarios, respectively. According to the calculations of the capacity of each site, the selected 220 sites will facilitate 17,594 people during the 4 m tsunami scenario. The selected 232 sites will accommodate 25,677 people during the 8 m scenarios. All selected sites are capable of accommodating the affected population in both the 4 m and the 8 m scenarios. However, the selected evacuation sites are not sufficient for accommodating the affected population in the 12 m scenario. In the 12 m scenario, 12,221 people are affected. However, the evacuation sites can only accommodate 10,165 people. The finding of vertical evacuation by considering the existing urban structure of the city is essential to save human lives during the next tsunami incident. The adopted methodology can be used as an example for other lowland coastal cities to select vertical evacuation to protect human life.

Keywords: tsunami scenario, building volume, vertical evacuation, tsunami , Sri Lanka

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-TT 計測技術・研究手法

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | 301B 3F

[H-TT19] Geographic Information Systems and Cartography

コンビーナ:小口 高(東京大学空間情報科学研究センター)、村山 祐司(筑波大学大学院生命環境科学研究科地球環境科学専攻)、若林 芳樹(首都大学東京大学院都市環境科学研究科)、座長:小口 高、山田 育穂(中央大学)

地球惑星科学分野で展開されている自然・人文現象に関する地理空間情報を取得，加工，蓄積，分析，可視化するための汎用的な理論と方法を検討する．また，デジタル空間データとGISを用いた実証研究や，地図による具体的な空間表現の成果を発表する．対象を広く設定しているので，GISや地図に関連する隣接諸分野の研究の発表も歓迎する．また，純粋科学的な課題のみならず，教育や社会におけるGISや地図の活用といった応用的な課題や，地球惑星科学分野における意義なども幅広く取り上げる．本セッションは英語で行う．

15:30 ~ 15:45

[HTT19-07] A Framework for Assessing the Spatial Distribution of Vulnerability of Communities to Landslides in Tropical Mountainous Region: A Case study from Kegalle District – Sri Lanka.

★Invited Papers

*Nimala Chinthake Perera[1] (1.SANASA CAMPUS - SRI LANKA, IHRA - UNIVERSITY OF COLOMBO - SRI LANKA)

15:45 ~ 16:00

[HTT19-08] Applications of WebGIS to Educating Disaster Risk Reduction for Chinese and Japanese Students

*Jiali SONG[1]、Takashi Oguchi[2]、Hiroyuki Yamauchi[2]、Takuro Ogura[1] (1.Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo、2.Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo)

16:00 ~ 16:15

[HTT19-09] Solar System Treks - GIS that provides interactive visualization and analysis for planetary science and exploration

★Invited Papers

*Emily Law[1]、Brian Hamilton Day[2] (1.NASA Jet Propulsion Laboratory、2.NASA Ames Research Center)

16:15 ~ 16:30

[HTT19-10] **Landslide Recognition using Remote Sensing Images and PCANet**

*魏 伊梅[1]、小口 高[1] (1.東京大学 新領域創成科学研究科)

16:30 ~ 16:45

[HTT19-11] Estimating the fractional vegetation cover using fixed-wing drone and multiple vegetation indices

★Invited Papers

*飯塚 浩太郎[1] (1.東京大学　空間情報科学研究センター)

16:45 ~ 17:00

[HTT19-12] スバールバル・ニーオーレスン地域における地形調査とマッピング手法の改善

*李 在庸[1]、小口 高[2] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、2.東京大学空間情報科学研究センター)

A Framework for Assessing the Spatial Distribution of Vulnerability of Communities to Landslides in Tropical Mountainous Region: A Case study from Kegalle District –Sri Lanka.

*Nimala Chinthake Perera[1]

1. SANASA CAMPUS - SRI LANKA, IHRA - UNIVERSITY OF COLOMBO - SRI LANKA

Landslide vulnerability refers to the degree of loss to a given element at risk due to the occurrence of a landslide event. The concept of vulnerability is difficult to quantify due to the involvement of some social and physical indicators to determine vulnerability to a landslide in a given location. Therefore, limited research has been carried out to determine the spatial distribution of landslide vulnerability. This study attempt to map the spatial distribution of vulnerability to landslide using vulnerability index developed by entropy method abstracting information from fourteen indicators. The study was based on primary sources of data, obtained from 402 elements including associated human capital from Kegalle District-Sri Lanka. Then the Entropy method was used to estimate the level of vulnerability in sample locations (elements). Computed vulnerably vales were imported into Geodatabase which was used to evaluate element at vulnerability and map the spatial distribution of vulnerability. The spatial distribution of vulnerability was obtained from interpolating vulnerability values of sample locations (elements) by using Kriging interpolation method. Results were expressed on maps on which different spatial patterns of levels of vulnerability were found for the study area. According to the map, landslide vulnerabilities in the study area demonstrate notable regional specification. In general, vulnerability reflects expected degree of damage to the considered element or location by the adjacent to occurred landslides. Also, the spatial distribution of vulnerability has shown a close relationship with the rural-urban divide. According to landslide vulnerability analyses, 14.6% (247 sq Km) of the entire area is found to be the highest vulnerable zone for a landslide.

Further, 32% (544 sq Km) of the total land area categorized under very high or high vulnerable zones. Moderately vulnerable zones take part 13.4% (227 sq Km) of the total area. However, 26.4% (448 sq Km) of land area categorized as low or very low vulnerability, while 13.4% (227 sq Km) area categorize under the lowest zone it can be concluding that entropy method has a sufficient level of capacity to defined weigh for indicators which use for vulnerability assessment

Keywords: Element at risk , Entropy method, Spatial distribution, Vulnerability

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

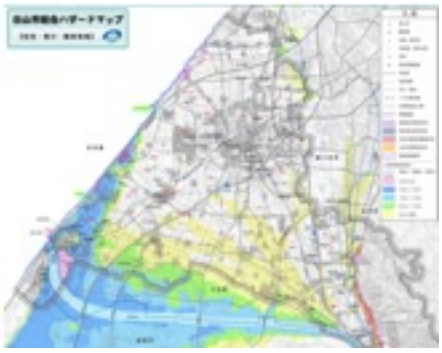
Applications of WebGIS to Educating Disaster Risk Reduction for Chinese and Japanese Students

*Jiali SONG[1], Takashi Oguchi[2], Hiroyuki Yamauchi[2], Takuro Ogura[1]

1. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, 2. Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo

In this world of globalization and information explosion, WebGIS (Web Geographic Information Systems) can effectively support education in natural and social sciences. We should utilize this technology and for better human life. Research on mortality due to natural disasters has shown that nations with higher levels of education experience lower levels of mortality. This suggests that young students are knowledgeable and will contribute to future disaster risk reduction (DRR) if they are well educated. Hence, it is important to introduce DRR into high school education such as classes of geography. At present Chinese researchers are preparing disaster-related compulsory curricula for high school DDR education, and are designing special textbooks for this purpose. In Japan, some researchers have already constructed online WebGIS systems for DRR education using hazard maps available on the Internet. However, such DRR activities tend to be insufficient because of limited cognition of citizens about information related to hazards and risks. This study aims to construct an improved online DRR system for high school education using WebGIS technology along with hazard information including maps for China and Japan. In August 2018, Japanese students used the system in an event funded by the Japan Society for the Promotion of Science. After that, a similar educational event was held in a high school in China. During these activities, students compared paper hazard maps with electronic hazard maps and used both of them for consideration. At the end of each event, the feasibility and effectiveness of the system were surveyed by questionnaires to evaluate the understanding of students about WebGIS and relevant knowledge. The results indicate that students in both countries prefer teaching materials like the constructed DRR system for school classes. However, there are some differences between the two countries. For example, the Chinese students thought that analysis of dangerous areas using the layer of flooding areas was more difficult than the Japanese students, reflecting differences in DDR knowledge. To improve the applicability of the system, further educational activities will be conducted in the near future.

Keywords: WebGIS, Disaster risk reduction, Geography education



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Solar System Treks - GIS that provides interactive visualization and analysis for planetary science and exploration

*Emily Law[1], Brian Hamilton Day[2]

1. NASA Jet Propulsion Laboratory, 2. NASA Ames Research Center

Meeting the challenges of space exploration has resulted in new knowledge that has kept NASA and JPL world leaders in big data science and technology. We, NASA’s Solar System Treks Project (SSTP – https://trek.nasa.gov) development team at JPL, under the management of Solar System Exploration Virtual Research Institute (SSERVI, https://sservi.nasa.gov/), have developed a Geographic Information Sysetms (GIS) based system that includes a set of web-based portals that provide a suite of interactive visualization and analysis tools to enable mission planners, scientists, and engineers to access a large volume of cartographic products and models from a growing number of spacecraft. Currently, various web-based portals are available for discovering and exploring the Moon, Mars, Vesta, Ceres, Titan and Icy Moons of Saturn, and hydrology on Earth. This presentation will provide an overview of this GIS-based system highlighting its high level architecture, technologies and capabilities that was designed and developed specifically for exploration of any Solar System bodies. We will also describe its uses, features and capabilities, highlighting visualization and analysis innovations.

Keywords: GIS, Visualization, Analysis, Solar System

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Landslide Recognition using Remote Sensing Images and PCANet

*魏 伊梅[1]、小口 高[1]
*Yimei Wei[1], Takashi Oguchi[1]

1. 東京大学 新領域創成科学研究科
1. Graduate School of Frontier Science, the University of Tokyo

Landslides are complex geological phenomena that can cause serious damage to the natural and social environments and may result in a significant loss of lives and properties. Consequently, landslide recognition, mapping, and monitoring are important for the prevention of secondary disasters and post-disaster relief. Since various remote sensing images have become more accessible in recent years, the use of satellite and aerial imagery for geological disasters has become a hot research topic. When remote sensing images are used to recognize landslides, image feature extraction is the main technical issue, and inefficiency in extracting ground object features has been a major challenge. This study explores the use of a simplified deep learning network structure, PCANet, to learn image features from post-disaster remote sensing images and train the classifier. This approach reduces the computation time of feature extraction and improves the efficiency of landslide recognition. The materials for training PCANet are image data sets for several areas in Japan including both landslide and non-landslide samples. They were collected from vertical aerial photographs and orthophotographs provided by the Geospatial Information Authority of Japan (GSI). In addition, post-disaster landslide distribution maps provided by the National Institute of Geosciences and Disaster Recovery (NIED) and GSI were utilized in the selection of sample images. As the analyzed remote sensing images were taken in a short time after a serious geological disaster, this research also contributes to future rapid responses to landslide hazards.

キーワード：地すべり認識、画像特徴抽出 、PCANet、機械学習
Keywords: Landslide recognition, Image feature extraction, PCANet, Machine learning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimating the fractional vegetation cover using fixed-wing drone and multiple vegetation indices

*飯塚 浩太郎[1]
*Kotaro Iizuka[1]

1. 東京大学　空間情報科学研究センター
1. Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo

Fractional vegetation cover (percentage of vegetation cover) plays a key role in characterizing the conditions of the terrestrial environment. To analyze the distribution of the vegetation conditions, several methods and models can be found for estimating its coverage. Remote sensing techniques, especially utilizing the satellite imagery is one of the major approaches due to its applicability in larger spatial extent and multiple channels observed from different electromagnetic spectra. Although, in cases of high frequent cloud covering regions such as the tropical regions, usually this is difficult to conduct. Thus, in this work, we seek in alternatively collecting a remotely sensed imagery from a fixed-wing drone and analyze to estimate the fractional vegetation cover of the study site. Normal RGB camera and multispectral sensors were carried onboard the fixed-wing drone, and multiple images were collected. The Structure from Motion method was implemented to develop an ortho image of the whole study site. The imageries were used to further develop a general land use/land cover (LULC) map of the site, and within the determined gridded area, the fraction of each LULC types were examined with different vegetation indices (VIs) computed from the multispectral data. Clear positive trend was found with increasing VIs and increasing fractional cover of healthy trees, and clear negative trend was found with decreasing VIs and increasing fractional cover of soils. This approach demonstrates that it is possible to analyze the coverage information through the utilization of drones, which can be also used as ground truthing, moreover, the findings would play an important role in further simulating such as the water cycles.

キーワード：ドローン、森林、リモートセンシング、植生指数、土地被覆、Structure from Motion
Keywords: Drone, Forests, Remote Sensing, Vegetation Index, Land Cover, Structure from Motion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

スバールバル・ニーオーレスン地域における地形調査とマッピング手法の改善

Topographic surveys in Ny-Alesund, Svalbard, and improvement of mapping methods

*李 在庸[1]、小口 高[2]
*Jaeyong Lee[1], Takashi Oguchi[2]

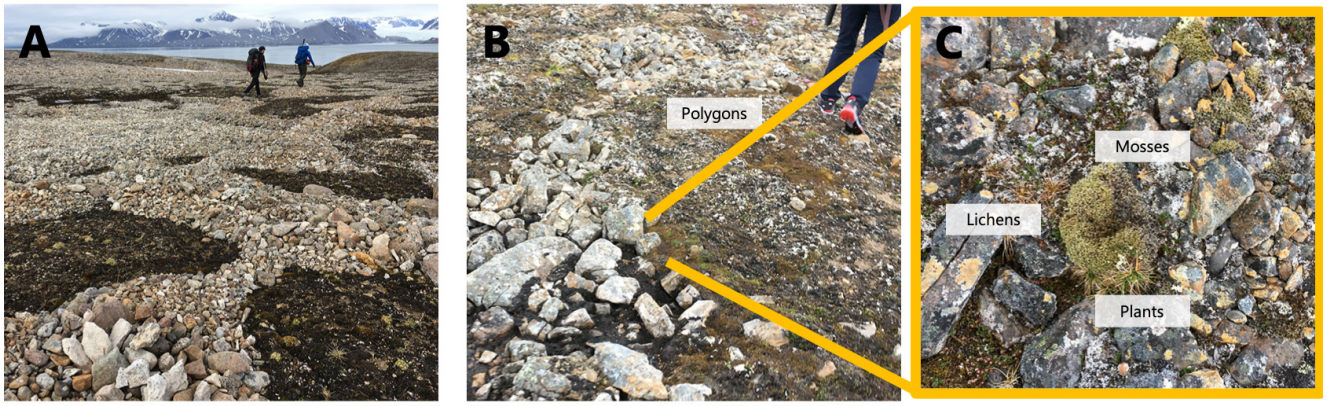
1. 東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻、2. 東京大学空間情報科学研究センター
1. Department of Environmental Studies, Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, 2. Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo

スバールバル諸島のニーオーレスンには凍土層が広範囲に分布しており、夏季にのみ融解する活動層と、常時凍結している不透水性の永久凍土層で構成されている。このような垂直構造は、表層の環境のみならず地下水の分布にも影響を与えている。また、反復的な凍結・融解により形成される構造土と植生の分布なども含めて、極地に固有の生態系の基盤となっている。最近、温暖化により活動層が拡大して流水が増加しているため、植生や斜面の物質移動などの表層環境が変化している。このような凍土層と表層環境の変化の定量的な把握のために、ニーオーレスン地域の高解像度のマッピングに関する技術的検討を行った。極地における現地調査には、調査可能な範囲や日程上の制約があるため、過去の現地調査の資料、衛星・航空画像、及びGISデータも活用して地形分析の妥当性を調べた。

2017年の現地調査の際に訪れたニーオーレスン科学基地村の周辺地域を対象に、ノルウェー極地研究所のDEMを利用して傾斜度、斜面方向、曲率、日射量、高度などの地形量を算出した。また、夏季に撮影されたTopoSvalbard衛星の画像と航空写真の判読を通じて、地形量の分析の妥当性を検討した。さらに、地上で撮影された写真を用いて衛星・航空画像からは判読不可能な表層環境を記載し、SfM-MVS手法を用いた高解像度の写真測量も活用して地形図を作成した。無線周波数の利用に法的制約のあるニーオーレスンでは、UAVの使用が制限されるため、スタビライザー機能を持つポールカメラを製作した。改善されたポールカメラで得られる写真の解像度は3 mm前後である。これは狭い地域における超高解像度マップピングの有用な手法になると期待される。

キーワード：ニーオーレスン、凍土層、超高解像度マップピング
Keywords: Ny-Alesund, Permafrost, High-resolution mapping

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



The images of frozen layer taken in field survey in Ny-Alesund, 2017.
A) Well-developed polygon shape patterned ground., **B)**, **C)** Vegetation on the polygons.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-TT 計測技術・研究手法

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | 301B 3F

[H-TT23] 地理情報システムと地図・空間表現

コンビーナ:小荒井 衛(茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)、田中 一成(大阪工業大学工学部都市デザイン工学科)、中村 和彦(東京大学)、座長:小荒井 衛(茨城大学)、田中 一成(大阪工業大学)

地球惑星科学分野で展開されている自然・人文現象に関する地理空間情報を取得，加工，蓄積，分析，可視化するための汎用的な理論と方法を検討する．また，デジタル空間データとGISを用いた実証研究や、地図による具体的な空間表現の成果を発表する．本セッションは日本語で行う。

10:45 ~ 11:00

[HTT23-01] **(Web)GISとRによる$PM_{2.5}$およびオキシダント濃度解析**

★招待講演

*山川 純次[1] (1.岡山大学大学院自然科学研究科)

11:00 ~ 11:15

[HTT23-02] 中国深圳市における城中村の空間構造と変容

*欒 雅蓉

11:15 ~ 11:30

[HTT23-03] 東京都全域における路地空間の立地特性に関する研究

*谷口 亮[1]、石川 剛[1]、岡 檀[2] (1.株式会社東京地図研究社、2.情報・システム研究機構 統計数理研究所)

11:30 ~ 11:45

[HTT23-04] 歌詞を用いた夜景写真の分析

*駒井 大輝[1]、田中 一成[1] (1.大阪工業大学)

11:45 ~ 12:00

[HTT23-05] 周辺との関係からみた看板設置に関する評価手法

*岸川 明弘[1]、田中 一成[1] (1.大阪工業大学)

12:00 ~ 12:15

[HTT23-06] 俯瞰景観における景観要素

*田中 伸明[1]、田中 一成[1] (1.大阪工業大学)

(Web)GISとRによる$PM_{2.5}$およびオキシダント濃度解析
An analysis of the year-round distribution of $PM_{2.5}$ and Oxidant by (Web)GIS and R

*山川 純次[1]
*Junji Yamakawa[1]

1. 岡山大学大学院自然科学研究科
1. Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University

岡山県岡山市における$PM_{2.5}$およびオキシダントの年平均濃度分布を地理統計学的手法で推定し(Web)GISで検討した。

環境物質の濃度観測データは国立環境研究所のウェブサイトから取得した。$PM_{2.5}$の対象年度は2015年，オキシダントの対象年度は2006年である。解析に必要な地理情報データは政府系オープン・データであるJPGIS(国土地理院, 2018)を使用した。地理統計解析にはGNU R (R core team, 2018)を使用した。GISはFOSS4G (Open Source Geospatial Foundation)のOn-premise型GISであるQGIS (QGIS Development Team, 2018)を使用し，WebGISはjSTAT MAP(総務省統計局, 2019)を使用した。

まず環境物質の濃度観測データに関するバリオグラムを検討して空間依存性を推定し，これに基づいてクリギング法により対象地域全体の濃度分布を推定した。次にGISを用いて推定濃度データを他の地理情報データと併せて検討した。またQGISで濃度推定の確かさを表現する手法を検討した。さらに濃度推定データをjSTAT MAPで解析するために必要な座標変換について検討した。

解析の結果，岡山市における$PM_{2.5}$とオキシダントの年平均濃度分布が推定された。また表現手法の検討により$PM_{2.5}$とオキシダントそれぞれの推定値の変動係数の分布をGISとWebGISによって定性的に把握することが可能となった。地理統計解析に使用した直角座標系からjSTAT MAPで使用する座標値である地域メッシュコードへの変換で発生する誤差は検討を要する。

GISは地球環境データと地理情報データを併せた解析と地図表現に有効である。またWebGISはこれらの検討をWebブラウザのみで実行可能にしつつある。地球惑星科学の研究でも一層の活用が期待される。

キーワード：GIS、jSTAT MAP、クリギング、FOSS4G、PM2.5、オキシダント
Keywords: GIS, jSTAT MAP, Kriging, FOSS4G, PM2.5, Oxidant

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中国深圳市における城中村の空間構造と変容
Development Process and Spatial Structure of Urban Villages in Shenzhen City China

*欒 雅蓉
*YARONG LUAN

During the 30 years of the reform and opening-up policy, economically developed cities and regions have expanded rapidly in China. Villages which originally surrounded the city before their expansion were rapidly submerged by the expanded city areas and surrounded by high-rise buildings. They are turned into the "urban villages". In the rapidly urbanized regions, urban villages are common phenomena. This problem becomes extremely serious in the Pearl River Delta region in China.

In the present study, Shenzhen City was selected as the research area. Field work was performed on the 18 sample urban villages selected from total 320 urban villages of Shenzhen City. Based on the changes in their internal spatial structures, the development of the urban villages is divided into three stages, e.g., embryonic stage, growth stage, reformed stage. After analyzing the spatial structures, different characteristic features were found in each stage. And the main factors of the spatial structural changes arising from different stages were summarized.

It was found that the traffic condition was the key factor for the embryonic stage; rental price was the key factor for the growth stage and the regulatory power of the government was the key factor for the reformed stage.

キーワード：城中村、深セン市
Keywords: Urban Village, Shenzhen City

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東京都全域における路地空間の立地特性に関する研究
An analysis on the location characteristic of alley spaces in Tokyo

*谷口 亮[1]、石川 剛[1]、岡 檀[2]
*Ryo Taniguchi[1], Go Ishikawa[1], Mayumi Oka[2]

1. 株式会社東京地図研究社、2. 情報・システム研究機構 統計数理研究所
1. Tokyo Map Research Inc., 2. Research Organization of Information and Systems The Institute of Statistical Mathematics

都市における路地空間は自動車を中心とした道路交通計画や大規模開発によりその数が急速に減少しているが、近年、路地のコモンスペースとしての側面が見直されつつあり、全国各地で路地を中核にしたまちづくりも進められるようになった。路地は都市空間を特徴づける重要な要素と考えられるが、空間情報としてその存在を把握するのは困難が伴う。そこで我々は従前より、GISを用いて路地の存在が推測される街区を抽出する「路地推計ロジック」を考案し、東京都や徳島県における現地調査を通して、ロジックの精度確認を行ってきた。

本研究では、東京都のほぼ全域を対象として路地推計ロジックを実施し路地分布を推計した。解析には、国土地理院製の基盤地図情報（縮尺レベル2500）とEsri社製のArcGIS Pro 2.2を用いた。さらに、推計結果から「路地存在率」を算出し、木造建物棟数や用途地域等との地域指標との比較を通して、路地の立地特性に関する考察も行った。また、三重県全域でも市町村単位の路地存在率について推計し、都道府県の違いによる地域差が見られるのかの検証を行う予定である。

キーワード：地理空間データ、路地、GIS
Keywords: Geospatial information Data, Alleys, GIS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

歌詞を用いた夜景写真の分析
Image analysis of night scape using lyrics

*駒井 大輝[1]、田中 一成[1]
*Hiroki Komai[1], Kazunari Tanaka[1]

1. 大阪工業大学
1. Osaka Institute of Technology

Night scape has a beauty that attracts people. In recent years, due to the spread of cameras and SNS, there are many new trends and new popular spots. As a byproduct, this seems to attract tourist. In this research, the characteristics of the night scape were analyzed using the photos and post contents from SNS. As a result, by the analysis to evaluate a part of the values, the examples: the perseverance, the painfulness and the merriment are appeared of the night scape.

キーワード：イメージ分析、夜間景観、ソーシャルネットワーク
Keywords: Image analysis, Night scape, SNS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

周辺との関係からみた看板設置に関する評価手法
On the Method to Evaluate Signboards based on the Relationship with the Surrounding Space

*岸川 明弘[1]、田中 一成[1]
*Akihiro Kishikawa[1], Kazunari Tanaka[1]

1. 大阪工業大学
1. Osaka Institute of Technology

The street space in the city is an important space to impress visitors with the image of the city.

However, in recent years, miscellaneous and townscapes are being formed due to the enlargement of buildings and the diversification of size, forms and colors of signboards.

The signboard design combines size, color, and letters together to create a signboard.

In this research, we aim at grasping the degree of group signs by checking the placement and colors appropriate to the characteristics of the place for Kyoto city.

Based on these relationships, we try to design a signboard suitable for the street.

キーワード：屋外広告物、規制、京都
Keywords: Outdoor Advertisement, Regulation, Kyoto

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

俯瞰景観における景観要素
ON THE LANDSCAPES ELEMENTS FROM A BIRD’S-EYE VIEW SCAPE

*田中 伸明[1]、田中 一成[1]
*Nobuaki Tanaka[1], kazunari Tanaka[1]

1. 大阪工業大学
1. Osaka Institute of Technology

When it comes to landscapes, beautiful landscapes are formed from local climates such as history and customs by elements such as varying nature and demographic structures. A feature that creates these beautiful landscapes is the linear landscape element. This linear element is characterized as being beautiful because landscape elements that can be continuously viewed form a beautiful landscape such as a building that looks continuous due to the shape and color, in addition to linear landscape elements such as rivers and roads. Hypotheses concerning continuity and image are present not only in urban landscapes, but also in the landscape of rural areas and mountainous regions. Therefore, in this research, focusing on a bird's eye view from high vantage points, we aim to examine urban landscapes by analyzing their elements, shape, view and area. As for the examination method, analyzed and expressed the continuity of streets, rivers, green roads etc, using image analysis and GIS. From the results, extract and consider the relationship between the position and shape of elements with regards to continuity and the beauty of urban landscapes.

キーワード：高層建築、俯瞰景観、連続性
Keywords: High-rise building, Bird's eye view Landscape , Continuity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-TT 計測技術・研究手法

🏛2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | 🏛ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_8

[H-TT23] 地理情報システムと地図・空間表現

コンビーナ:小荒井 衛(茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)、田中 一成(大阪工業大学工学部都市デザイン工学科)、中村 和彦(東京大学)

地球惑星科学分野で展開されている自然・人文現象に関する地理空間情報を取得，加工，蓄積，分析，可視化するための汎用的な理論と方法を検討する．また，デジタル空間データとGISを用いた実証研究や、地図による具体的な空間表現の成果を発表する．本セッションは日本語で行う。

[HTT23-P01] 3Dウェブ地図作成サービス，MyMap3Dの開発

★招待講演

*西岡 芳晴[1]、北尾 馨[2] (1.独立行政法人産業技術総合研究所、2.合資会社キューブワークス)

[HTT23-P02] 情報を正確に伝達するためのハザードマップの検討および試作

*遠藤 涼[1]、中埜 貴元[1] (1.国土交通省国土地理院)

[HTT23-P03] ジオパークのガイドマップにおける多重光源陰影段彩図の有効性ー茨城県北ジオパーク構想を例にー

*鈴木 敬子[1]、石川 剛[1]、小荒井 衛[2]、今泉 利架[3]、武田 直樹[4] (1.株式会社東京地図研究社、2.茨城大学、3.朝日航洋株式会社、4.茨城県北ジオパーク構想推進協議会)

[HTT23-P04] 阿武隈山地における航空レーザデータを用いた森林三次元構造の把握について

成清 茜[1]、*小荒井 衛[1]、村上 亘[2]、小川 泰浩[2] (1.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース、2.森林総合研究所)

[HTT23-P05] 津波被災地の介護サービス事業所職員がもつ経験による知識からみた災害情報共有のあり方

*井上 明莉沙[1]、若林 芳樹[1] (1.首都大学東京大学院都市環境科学研究科)

[HTT23-P06] 位置情報を用いた小学生児童の登下校空間の分析ー富山市速星小学校区と芝園小学校区の事例ー

*大西 宏治[1] (1.富山大学人文学部)

3Dウェブ地図作成サービス，MyMap3Dの開発
Development of 3D Web map making service, MyMap3D

*西岡 芳晴[1]、北尾 馨[2]
*Yoshiharu Nishioka[1], Kaoru Kitao[2]

1. 独立行政法人産業技術総合研究所、2. 合資会社キューブワークス
1. National Insititute of Advanced Industrial Science and Technology, 2. CubeWorks Inc.

利用者が自由に3Dウェブ地図を作成できるサービスとして，MyMap3Dの開発を行った．

地形作成に使用する標高データは，基本的には国土地理院が提供するPNG形式の標高タイルを使用しており，誰でも無償で利用できる．

デフォルト状態では富士山周辺の国土地理院の標準地図上に，20万分の1日本シームレス地質図V2（産業技術総合研究所）が表示され，ゆっくりと回転する．さらに，表示設定のほとんどの項目を変更できるように設計されており，URLのクエリパラメータを使って指定する．例えば，ベースマップの上に表示する地図はoverlayパラメータで別の地図に変更することができ，WMSやタイルサービス，範囲が既知でWeb上に公開させている地図を指定できる．このほかに指定できるパラメータには，範囲，ズームレベル，高さの誇張係数，背景地図，カメラ設定，光源設定，マーカー，回転速度，標高データソースなどがある．3D地図の表示はthree.jsを介してWebGLを用いて行っている．

キーワード：3D、地図、WebGL、標高、PNG標高タイル
Keywords: 3D, map, WebGL, Elevation, PNG Elevation tile

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

情報を正確に伝達するためのハザードマップの検討および試作
Experimental hazard map for accurate communication

*遠藤 涼[1]、中埜 貴元[1]
*Ryo Endo[1], Takayuki Nakano[1]

1. 国土交通省国土地理院
1. GSI of Japan

防災対策や災害発生時の避難などに活用するために、各地方自治体でハザードマップが作成・公表されている。ハザードマップの地図表現には色彩が多用されている。しかしながら、情報過多や色の混在によって視認性が低下するケースが散見される。本報告では、ハザードマップの情報の正確かつ理解度を向上させることを目指し、以下の事項を考慮したハザードマップの作成を試みた。なお、試作したハザードマップは、紙媒体の液状化のハザードマップである。

１．背景地図

ハザードマップの背景地図として、都市計画図や地形図などが使用されているものが多い。しかしながら、これらの背景図の中には、地図のスキャンに起因すると考えられる低解像度のものが含まれており、判読が困難になっている。背景図の可読性を確保するため、ベクトルデータを用いて作成した。

２．ハザードマップに掲載する情報

ハザードマップに記載されている事項として、防災関係機関（役所・消防・警察）、避難経路・避難所、病院などがあるが、情報過多による視認性低下を防ぐため、①ハザードの危険度毎の領域に関する情報、②避難に関する情報を中心に、項目を絞った。

３．配色

ハザードマップでは、災害危険度をはじめ地図表現に多くの色が使用されている。しかしながら、色覚の特性には個人差があり、全ての人が同じように色を認識するわけではない。たとえば、男性の約5%、女性の約0.2%が赤と緑の区別がつきにくい色覚特性を持つことが指摘されている（たとえば、伊藤（2012））。そこで、災害危険度の表現を中心に赤と緑の組み合わせを避ける、明度や彩度などに注意してハザードマップを試作した。色覚異常の人々が、試作したハザードマップの情報を適切に読み取れるかどうか、Adobe photoshop CC 2018で作成したシミュレーション画像を用いて確認した。

【参考文献】

伊藤啓 (2012) カラーユニバーサルデザイン　色覚バリアフリーを目指して, 情報管理, 55, 5, 307-317.

キーワード：ハザードマップ、ユニバーサルデザイン、配色
Keywords: hazard map, universal design, color scheme

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジオパークのガイドマップにおける多重光源陰影段彩図の有効性ー茨城県北ジオパーク構想を例にー

Effectiveness of color hillshade with multiple light sources for geopark guide maps : A case of the North Ibaraki Geopark Project

*鈴木 敬子[1]、石川 剛[1]、小荒井 衛[2]、今泉 利架[3]、武田 直樹[4]
*Keiko SUZUKI[1], Go ISHIKAWA[1], Mamoru KOARAI[2], Rika IMAIZUMI[3], Naoki TAKEDA[4]

1. 株式会社東京地図研究社、2. 茨城大学、3. 朝日航洋株式会社、4. 茨城県北ジオパーク構想推進協議会
1. Tokyo Map Research Inc., 2. Ibaraki University, 3. Aero Asahi Co., Ltd., 4. Association for Promotion of North Ibaraki Geopark Project

日本国内では2018年時点で44地域のジオパークが認定され，それぞれのジオパークでは地域の特徴的な地形や地質を見処としたジオサイトの紹介や，教育や観光への活用を目的とした多数のガイドマップが作成されている．それらのガイドマップは，ユーザーが理解しやすい地形や地質情報が重要視され，高精度の標高データを利用したものや，GISによる地形解析結果を使用した地形表現が採用されているガイドマップも存在する．

茨城県北部を対象とした茨城県北ジオパーク構想においても，過去にジオサイトマップを作成しているが，地形や地質表現は必ずしも十分なものではなかった．そこで筆者らは，地形や地質を空間的に理解しやすい地形表現を検討し，本ジオパーク構想のジオサイトにおけるガイドマップの改訂を試みた．地形表現は，地図情報を表示しても見やすく実用的であること，また，ガイドマップとしての美しさと親しみやすさも要求されることを踏まえて陰影段彩図を適用することとし，縮尺や地域的特徴によって単光源，多重光源，多重光源疑似陰影の３種類を検討した．本発表ではその取り組みと，地形表現および地図表現について報告する．

※本研究は，茨城大学地質情報活用プロジェクトによる協力と，科学研究費補助金（課題番号：16K01213）の補助を受けている．

キーワード：多重光源陰影段彩図、茨城県北ジオパーク構想、ガイドマップ
Keywords: Color hillshade with multiple light sources, North Ibaraki Geopark Project, Guide map

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

阿武隈山地における航空レーザデータを用いた森林三次元構造の把握について

Estimation of three-dimensional structure of forest using LiDAR data in Abukuma mountainous region

成清 茜[1]、*小荒井 衛[1]、村上 亘[2]、小川 泰浩[2]
Akane Narikiyo[1], *Mamoru Koarai[1], Wataru Murakami[2], Yasuhiro Ogawa[2]

1. 茨城大学理学部理学科地球環境科学コース、2. 森林総合研究所
1. Earth Science course, College of Science, Ibaraki University, 2. Forest Research Institute

花崗岩地域では表層崩壊である斜面崩壊が多く起こっている。表層崩壊に対しては樹木根系による崩壊抵抗力が期待されている。しかし、根系発達の研究を行うためには根を掘り出す必要があるため、根系の研究はあまりなされていない。阿武隈山地南部の伐採地で根系データを収集したところ、切株の直径と根の横幅、根の深さにはある程度相関があるという結果が出た。一方、岡谷ほか(2013)では、航空レーザ計測(LiDAR)データにより森林の3次元構造を把握する手法が検討されており、樹高、本数、胸高直径を推定できる可能性が示唆されている。そこで、花崗岩地域である阿武隈山地における樹木根系のデータを用いて花崗岩風化と根系発達の関係を調べると共に、LiDARを用いて推定した樹木データの有用性を検討した。

福島県矢大臣山西麓の伐採地で現地調査を行い、樹種、切株の直径、根の深さ、根の横幅、風化層、地形(斜面方位、斜面上下、斜面型など)についてデータを収集した。一方、航空レーザ測量(LiDAR)データの有用性を検討するために同地域の伐採前のLiDARデータから樹木データを取得した。この際、方形区(10ｍ×20ｍ)を斜面型の違いで設置して毎木調査を行い、切株の位置・本数・断面積和を調査し、LiDARデータと比較した。断面積和に関するLiDARデータとして透過率(グラウンドデータ/オリジナルデータ)を用いた。また樹高に関しても、伐採地近隣の樹林帯を利用して樹木の位置、樹高、胸高直径を測定し比較した。

今回の調査で、切株の直径と根の横幅、根の深さには正の相関が見られ、有機物含有層厚が薄いほど根の横幅が大きい傾向が確認できた。LiDARデータと現地のデータを2つの方形区で比較すると、5ｍ×5ｍの小範囲では本数と胸高直径断面積和に関してほとんど合っていなかったが、2つの方形区で比べると現地調査結果で本数の多い方形区でLiDARデータによる抽出でも本数が多く、断面積和と透過率は逆相関の関係となり、傾向が一致した。樹高に関しては10本のうち7本が1ｍ以内の誤差で求められた。樹高と胸高直径について散布図を作成したところ強い相関を見ることができた。

現地調査で根の横幅や深さと切株の直径について相関が、樹高と胸高直径に強い正の相関が見られたことから、航空レーザデータによって広範囲で樹高が推定できれば根系の発達状況も推定でき,、広範囲で斜面崩壊危険度を容易に推定できる可能性が示唆された。

キーワード：航空レーザデータ、森林三次元構造、花崗岩、阿武隈山地
Keywords: LiDAR data, three dimensional structure of forest, granite, Abukuma Mountainous region

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

津波被災地の介護サービス事業所職員がもつ経験による知識からみた災害情報共有のあり方
Disaster information sharing of welfare service workers based on knowledge from experience in a tsunami disaster area

*井上 明莉沙[1]、若林 芳樹[1]
*ARISA INOUE[1], Yoshiki Wakabayashi[1]

1. 首都大学東京大学院都市環境科学研究科
1. Graduate School of Urban Environmental Sciences, Tokyo Metropolitan University

2011年に発生した東日本大震災の教訓を受けて，災害時に支援を必要とする高齢者を多く抱えた介護サービス事業所の避難計画の改善が喫緊の課題となっている．本研究は，茨城県大洗町を対象として，介護サービス事業所の職員がもつ災害知を面接調査によって明らかにし，災害情報共有の現状と課題を検討することを目的とする．

対象地域は，東日本大震災時に津波の被害を受けた茨城県東茨城郡大洗町である．調査対象者は，大洗町福祉課介護保険係に登録されている介護サービス事業所のうち居宅介護支援と訪問介護，訪問介護を除いた事業所（10事業所）で，調査許可が得られた5事業所の震災時対応責任者である．調査方法は半構造化面接を行った．

調査の結果，介護サービス事業所の避難行動は施設立地に関係するが，どのような避難行動をとるべきかを把握しているかと施設立地との関連性は小さいことが明らかになった．また行政が発行する津波ハザードマップの情報や各施設のマニュアルについて職員は信頼しておらず，職員が有する災害知を最も信頼していることが明らかとなった．むしろ震災時対応責任者が考える津波浸水範囲においては，東日本大震災の経験の有無によって大きな差がみられる．東日本大震災を経験した震災時対応責任者が考える津波浸水範囲は，全体的には施設立地による大きな差はみられないものの，細部において施設立地による差が現れた．震災時対応責任者が考える避難危険地域については，施設の立地場所によって震災時対応責任者が考える危険な場所は異なるが，実際は自然的要因と人為的要因の二つに分けられることが分かった．これらの結果から，津波浸水範囲と同様に，知識の差は東日本大震災の経験の有無が大きく関わっている．

本研究で明らかになったのは，震災時の対応責任者は災害知をもとに今後も避難意思決定や避難行動をする可能性が高いが，他の施設間での災害知の共有化・修正・継承は十分に行われていないことである．その原因としては，介護職員の離職率の高さや，日々の対応が多忙で災害時のことまで考える余裕がないこと，夜間時の災害の対応など事業所単体では災害対応できる範囲が限られてくること，同業他社間での関係性の希薄さなどが考えられる．以上の結果から，今後は，災害を経験した職員が経験していない職員への知識の継承ないしは同業他社間での知識の共有と修正が課題として指摘できる．とくに，介護サービス事業所の職員のもつ災害知と専門家がもつ専門的な知識，自治体がもつ知識を共有し，一方的ではない知識の更新を継続することが重要になる．

キーワード：災害情報、津波、福祉施設、ハザードマップ、大洗町
Keywords: disaster information, tsunami, welfare facilities, hazard map, Oarai-machi

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

位置情報を用いた小学生児童の登下校空間の分析ー富山市速星小学校区と芝園小学校区の事例ー
Spatial analysis of children's commuting space - a case study of Toyama city elementary school -

*大西 宏治[1]
*Koji Ohnishi[1]

1. 富山大学人文学部
1. Department of Humanities, University of Toyama

登下校における児童の安全安心への社会的な関心は1990年代以降、高くなっている。児童は屋外空間を利用して学校ー自宅の間を行き来する。件数は多くはないが、犯罪、事故の被害から児童を守るために見守り活動や都市の整備が行われている。これらの効果的な取り組みのために、児童の屋外活動、特に登下校がどのように行われているのかを把握する必要がある。現在では情報通信技術（ITC）の進歩により、児童の位置情報を利用した研究が可能となりつつある。富山市ではスマートシティ推進基盤構築事業としてLPWAが居住域98%をカバーする基盤を構築した。そこで芝園小学校区と速星小学校区でLoRaWANによる位置情報端末を用いた児童の位置情報を用いて登下校空間の特徴を把握した。芝園小学校区は中心市街地の、速星小学校区は郊外住宅団地と工業地域を抱える小学校区である。また、芝園小学校は個別の登校を、速星小学校は集団登校を実施している。位置情報取得のセンサーデバイスからは1分間隔でGPS位置情報（緯度・経度）を送信される。実施期間は2019年1月21日から2月15日の期間で、芝園小学校区で267名、速星小学校区で550名の参加者が得られた。分析は分布と密度の観点から行った。その結果、設定されている通学路に沿った形で高密度の点分布が見られることがわかり、学校が設定している通学路が卓越して利用されていることがわかった。しかしながら、学校が指定していない経路でも学童保育などへの移動の便から意外な小径も高密度で使われている事例も収集された。また登校と下校をする児童数は同じだが、登下校で密度分布に大きな差が見られた。これは放課後の活動により児童の移動が下校時に多様になるためであると考えられる。時刻別に点分布をみると危険地点を通過する時刻が明らかとなり、地域社会が対処すべき課題をわかりやすく示すことができた。学年別の点分布の差をみると低学年ほど広がりを持つこともわかった。これは低学年が下校時に保護者の自動車移動に依存して様々な場所へ移動するのに対して、高学年になると自律的な移動や帰宅後に外出するためだと考えられる。大量の児童の位置情報より、今まで定性的な結論付けしかできなかった検証のエビデンスにつながる結果がみえてきたことに大きな意義を得た。今回の研究結果は、児童の安全を守る地域のステークホルダーとの連携協議を行う時に活かされるものである。

キーワード：児童、通学、位置情報、ICT
Keywords: elementary school children, commuting, position information, ICT

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-TT 計測技術・研究手法

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_17

[H-TT23] 地理情報システムと地図・空間表現

コンビーナ:小荒井 衛(茨城大学理学部理学科地球環境科学コース)、田中 一成(大阪工業大学工学部都市デザイン工学科)、中村 和彦(東京大学)

地球惑星科学分野で展開されている自然・人文現象に関する地理空間情報を取得，加工，蓄積，分析，可視化するための汎用的な理論と方法を検討する．また，デジタル空間データとGISを用いた実証研究や、地図による具体的な空間表現の成果を発表する．本セッションは日本語で行う。

[HTT23-P01] 3Dウェブ地図作成サービス，MyMap3Dの開発

★招待講演

*西岡 芳晴[1]、北尾 馨[2] (1.独立行政法人産業技術総合研究所、2.合資会社キューブワークス)

[HTT23-P02] 情報を正確に伝達するためのハザードマップの検討および試作

*遠藤 涼[1]、中埜 貴元[1] (1.国土交通省国土地理院)

[HTT23-P03] ジオパークのガイドマップにおける多重光源陰影段彩図の有効性ー茨城県北ジオパーク構想を例にー

*鈴木 敬子[1]、石川 剛[1]、小荒井 衛[2]、今泉 利架[3]、武田 直樹[4] (1.株式会社東京地図研究社、2.茨城大学、3.朝日航洋株式会社、4.茨城県北ジオパーク構想推進協議会)

[HTT23-P04] 阿武隈山地における航空レーザデータを用いた森林三次元構造の把握について

成清 茜[1]、*小荒井 衛[1]、村上 亘[2]、小川 泰浩[2] (1.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース、2.森林総合研究所)

[HTT23-P05] 津波被災地の介護サービス事業所職員がもつ経験による知識からみた災害情報共有のあり方

*井上 明莉沙[1]、若林 芳樹[1] (1.首都大学東京大学院都市環境科学研究科)

[HTT23-P06] 位置情報を用いた小学生児童の登下校空間の分析ー富山市速星小学校区と芝園小学校区の事例ー

*大西 宏治[1] (1.富山大学人文学部)

3Dウェブ地図作成サービス，MyMap3Dの開発
Development of 3D Web map making service, MyMap3D

*西岡 芳晴[1]、北尾 馨[2]
*Yoshiharu Nishioka[1], Kaoru Kitao[2]

1. 独立行政法人産業技術総合研究所、2. 合資会社キューブワークス
1. National Insititute of Advanced Industrial Science and Technology, 2. CubeWorks Inc.

利用者が自由に3Dウェブ地図を作成できるサービスとして，MyMap3Dの開発を行った．

地形作成に使用する標高データは，基本的には国土地理院が提供するPNG形式の標高タイルを使用しており，誰でも無償で利用できる．

デフォルト状態では富士山周辺の国土地理院の標準地図上に，20万分の1日本シームレス地質図V2（産業技術総合研究所）が表示され，ゆっくりと回転する．さらに，表示設定のほとんどの項目を変更できるように設計されており，URLのクエリパラメータを使って指定する．例えば，ベースマップの上に表示する地図はoverlayパラメータで別の地図に変更することができ，WMSやタイルサービス，範囲が既知でWeb上に公開させている地図を指定できる．このほかに指定できるパラメータには，範囲，ズームレベル，高さの誇張係数，背景地図，カメラ設定，光源設定，マーカー，回転速度，標高データソースなどがある．3D地図の表示はthree.jsを介してWebGLを用いて行っている．

キーワード：3D、地図、WebGL、標高、PNG標高タイル
Keywords: 3D, map, WebGL, Elevation, PNG Elevation tile

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

情報を正確に伝達するためのハザードマップの検討および試作
Experimental hazard map for accurate communication

*遠藤 涼[1]、中埜 貴元[1]
*Ryo Endo[1], Takayuki Nakano[1]

1. 国土交通省国土地理院
1. GSI of Japan

防災対策や災害発生時の避難などに活用するために、各地方自治体でハザードマップが作成・公表されている。ハザードマップの地図表現には色彩が多用されている。しかしながら、情報過多や色の混在によって視認性が低下するケースが散見される。本報告では、ハザードマップの情報の正確かつ理解度を向上させることを目指し、以下の事項を考慮したハザードマップの作成を試みた。なお、試作したハザードマップは、紙媒体の液状化のハザードマップである。

１．背景地図

ハザードマップの背景地図として、都市計画図や地形図などが使用されているものが多い。しかしながら、これらの背景図の中には、地図のスキャンに起因すると考えられる低解像度のものが含まれており、判読が困難になっている。背景図の可読性を確保するため、ベクトルデータを用いて作成した。

２．ハザードマップに掲載する情報

ハザードマップに記載されている事項として、防災関係機関（役所・消防・警察）、避難経路・避難所、病院などがあるが、情報過多による視認性低下を防ぐため、①ハザードの危険度毎の領域に関する情報、②避難に関する情報を中心に、項目を絞った。

３．配色

ハザードマップでは、災害危険度をはじめ地図表現に多くの色が使用されている。しかしながら、色覚の特性には個人差があり、全ての人が同じように色を認識するわけではない。たとえば、男性の約5%、女性の約0.2%が赤と緑の区別がつきにくい色覚特性を持つことが指摘されている（たとえば、伊藤（2012））。そこで、災害危険度の表現を中心に赤と緑の組み合わせを避ける、明度や彩度などに注意してハザードマップを試作した。色覚異常の人々が、試作したハザードマップの情報を適切に読み取れるかどうか、Adobe photoshop CC 2018で作成したシミュレーション画像を用いて確認した。

【参考文献】

伊藤啓 (2012) カラーユニバーサルデザイン　色覚バリアフリーを目指して, 情報管理, 55, 5, 307-317.

キーワード：ハザードマップ、ユニバーサルデザイン、配色
Keywords: hazard map, universal design, color scheme

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジオパークのガイドマップにおける多重光源陰影段彩図の有効性ー茨城県北ジオパーク構想を例にー

Effectiveness of color hillshade with multiple light sources for geopark guide maps : A case of the North Ibaraki Geopark Project

*鈴木 敬子[1]、石川 剛[1]、小荒井 衛[2]、今泉 利架[3]、武田 直樹[4]
*Keiko SUZUKI[1], Go ISHIKAWA[1], Mamoru KOARAI[2], Rika IMAIZUMI[3], Naoki TAKEDA[4]

1. 株式会社東京地図研究社、2. 茨城大学、3. 朝日航洋株式会社、4. 茨城県北ジオパーク構想推進協議会
1. Tokyo Map Research Inc., 2. Ibaraki University, 3. Aero Asahi Co., Ltd., 4. Association for Promotion of North Ibaraki Geopark Project

日本国内では2018年時点で44地域のジオパークが認定され，それぞれのジオパークでは地域の特徴的な地形や地質を見処としたジオサイトの紹介や，教育や観光への活用を目的とした多数のガイドマップが作成されている．それらのガイドマップは，ユーザーが理解しやすい地形や地質情報が重要視され，高精度の標高データを利用したものや，GISによる地形解析結果を使用した地形表現が採用されているガイドマップも存在する．

茨城県北部を対象とした茨城県北ジオパーク構想においても，過去にジオサイトマップを作成しているが，地形や地質表現は必ずしも十分なものではなかった．そこで筆者らは，地形や地質を空間的に理解しやすい地形表現を検討し，本ジオパーク構想のジオサイトにおけるガイドマップの改訂を試みた．地形表現は，地図情報を表示しても見やすく実用的であること，また，ガイドマップとしての美しさと親しみやすさも要求されることを踏まえて陰影段彩図を適用することとし，縮尺や地域的特徴によって単光源，多重光源，多重光源疑似陰影の３種類を検討した．本発表ではその取り組みと，地形表現および地図表現について報告する．

※本研究は，茨城大学地質情報活用プロジェクトによる協力と，科学研究費補助金（課題番号：16K01213）の補助を受けている．

キーワード：多重光源陰影段彩図、茨城県北ジオパーク構想、ガイドマップ
Keywords: Color hillshade with multiple light sources, North Ibaraki Geopark Project, Guide map

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

阿武隈山地における航空レーザデータを用いた森林三次元構造の把握について

Estimation of three-dimensional structure of forest using LiDAR data in Abukuma mountainous region

成清 茜[1]、*小荒井 衛[1]、村上 亘[2]、小川 泰浩[2]
Akane Narikiyo[1], *Mamoru Koarai[1], Wataru Murakami[2], Yasuhiro Ogawa[2]

1. 茨城大学理学部理学科地球環境科学コース、2. 森林総合研究所
1. Earth Science course, College of Science, Ibaraki University, 2. Forest Research Institute

花崗岩地域では表層崩壊である斜面崩壊が多く起こっている。表層崩壊に対しては樹木根系による崩壊抵抗力が期待されている。しかし、根系発達の研究を行うためには根を掘り出す必要があるため、根系の研究はあまりなされていない。阿武隈山地南部の伐採地で根系データを収集したところ、切株の直径と根の横幅、根の深さにはある程度相関があるという結果が出た。一方、岡谷ほか(2013)では、航空レーザ計測(LiDAR)データにより森林の3次元構造を把握する手法が検討されており、樹高、本数、胸高直径を推定できる可能性が示唆されている。そこで、花崗岩地域である阿武隈山地における樹木根系のデータを用いて花崗岩風化と根系発達の関係を調べると共に、LiDARを用いて推定した樹木データの有用性を検討した。

福島県矢大臣山西麓の伐採地で現地調査を行い、樹種、切株の直径、根の深さ、根の横幅、風化層、地形(斜面方位、斜面上下、斜面型など)についてデータを収集した。一方、航空レーザ測量(LiDAR)データの有用性を検討するために同地域の伐採前のLiDARデータから樹木データを取得した。この際、方形区(10ｍ×20ｍ)を斜面型の違いで設置して毎木調査を行い、切株の位置・本数・断面積和を調査し、LiDARデータと比較した。断面積和に関するLiDARデータとして透過率(グラウンドデータ/オリジナルデータ)を用いた。また樹高に関しても、伐採地近隣の樹林帯を利用して樹木の位置、樹高、胸高直径を測定し比較した。

今回の調査で、切株の直径と根の横幅、根の深さには正の相関が見られ、有機物含有層厚が薄いほど根の横幅が大きい傾向が確認できた。LiDARデータと現地のデータを2つの方形区で比較すると、5ｍ×5ｍの小範囲では本数と胸高直径断面積和に関してほとんど合っていなかったが、2つの方形区で比べると現地調査結果で本数の多い方形区でLiDARデータによる抽出でも本数が多く、断面積和と透過率は逆相関の関係となり、傾向が一致した。樹高に関しては10本のうち7本が1ｍ以内の誤差で求められた。樹高と胸高直径について散布図を作成したところ強い相関を見ることができた。

現地調査で根の横幅や深さと切株の直径について相関が、樹高と胸高直径に強い正の相関が見られたことから、航空レーザデータによって広範囲で樹高が推定できれば根系の発達状況も推定でき,、広範囲で斜面崩壊危険度を容易に推定できる可能性が示唆された。

キーワード：航空レーザデータ、森林三次元構造、花崗岩、阿武隈山地
Keywords: LiDAR data, three dimensional structure of forest, granite, Abukuma Mountainous region

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

津波被災地の介護サービス事業所職員がもつ経験による知識からみた災害情報共有のあり方
Disaster information sharing of welfare service workers based on knowledge from experience in a tsunami disaster area

*井上 明莉沙[1]、若林 芳樹[1]
*ARISA INOUE[1], Yoshiki Wakabayashi[1]

1. 首都大学東京大学院都市環境科学研究科
1. Graduate School of Urban Environmental Sciences, Tokyo Metropolitan University

2011年に発生した東日本大震災の教訓を受けて，災害時に支援を必要とする高齢者を多く抱えた介護サービス事業所の避難計画の改善が喫緊の課題となっている．本研究は，茨城県大洗町を対象として，介護サービス事業所の職員がもつ災害知を面接調査によって明らかにし，災害情報共有の現状と課題を検討することを目的とする．

対象地域は，東日本大震災時に津波の被害を受けた茨城県東茨城郡大洗町である．調査対象者は，大洗町福祉課介護保険係に登録されている介護サービス事業所のうち居宅介護支援と訪問介護，訪問介護を除いた事業所（10事業所）で，調査許可が得られた5事業所の震災時対応責任者である．調査方法は半構造化面接を行った．

調査の結果，介護サービス事業所の避難行動は施設立地に関係するが，どのような避難行動をとるべきかを把握しているかと施設立地との関連性は小さいことが明らかになった．また行政が発行する津波ハザードマップの情報や各施設のマニュアルについて職員は信頼しておらず，職員が有する災害知を最も信頼していることが明らかとなった．むしろ震災時対応責任者が考える津波浸水範囲においては，東日本大震災の経験の有無によって大きな差がみられる．東日本大震災を経験した震災時対応責任者が考える津波浸水範囲は，全体的には施設立地による大きな差はみられないものの，細部において施設立地による差が現れた．震災時対応責任者が考える避難危険地域については，施設の立地場所によって震災時対応責任者が考える危険な場所は異なるが，実際は自然的要因と人為的要因の二つに分けられることが分かった．これらの結果から，津波浸水範囲と同様に，知識の差は東日本大震災の経験の有無が大きく関わっている．

本研究で明らかになったのは，震災時の対応責任者は災害知をもとに今後も避難意思決定や避難行動をする可能性が高いが，他の施設間での災害知の共有化・修正・継承は十分に行われていないことである．その原因としては，介護職員の離職率の高さや，日々の対応が多忙で災害時のことまで考える余裕がないこと，夜間時の災害の対応など事業所単体では災害対応できる範囲が限られてくること，同業他社間での関係性の希薄さなどが考えられる．以上の結果から，今後は，災害を経験した職員が経験していない職員への知識の継承ないしは同業他社間での知識の共有と修正が課題として指摘できる．とくに，介護サービス事業所の職員のもつ災害知と専門家がもつ専門的な知識，自治体がもつ知識を共有し，一方的ではない知識の更新を継続することが重要になる．

キーワード：災害情報、津波、福祉施設、ハザードマップ、大洗町
Keywords: disaster information, tsunami, welfare facilities, hazard map, Oarai-machi

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

位置情報を用いた小学生児童の登下校空間の分析ー富山市速星小学校区と芝園小学校区の事例ー
Spatial analysis of children's commuting space - a case study of Toyama city elementary school -

*大西 宏治[1]
*Koji Ohnishi[1]

1. 富山大学人文学部
1. Department of Humanities, University of Toyama

登下校における児童の安全安心への社会的な関心は1990年代以降、高くなっている。児童は屋外空間を利用して学校ー自宅の間を行き来する。件数は多くはないが、犯罪、事故の被害から児童を守るために見守り活動や都市の整備が行われている。これらの効果的な取り組みのために、児童の屋外活動、特に登下校がどのように行われているのかを把握する必要がある。現在では情報通信技術（ITC）の進歩により、児童の位置情報を利用した研究が可能となりつつある。富山市ではスマートシティ推進基盤構築事業としてLPWAが居住域98%をカバーする基盤を構築した。そこで芝園小学校区と速星小学校区でLoRaWANによる位置情報端末を用いた児童の位置情報を用いて登下校空間の特徴を把握した。芝園小学校区は中心市街地の、速星小学校区は郊外住宅団地と工業地域を抱える小学校区である。また、芝園小学校は個別の登校を、速星小学校は集団登校を実施している。位置情報取得のセンサーデバイスからは1分間隔でGPS位置情報（緯度・経度）を送信される。実施期間は2019年1月21日から2月15日の期間で、芝園小学校区で267名、速星小学校区で550名の参加者が得られた。分析は分布と密度の観点から行った。その結果、設定されている通学路に沿った形で高密度の点分布が見られることがわかり、学校が設定している通学路が卓越して利用されていることがわかった。しかしながら、学校が指定していない経路でも学童保育などへの移動の便から意外な小径も高密度で使われている事例も収集された。また登校と下校をする児童数は同じだが、登下校で密度分布に大きな差が見られた。これは放課後の活動により児童の移動が下校時に多様になるためであると考えられる。時刻別に点分布をみると危険地点を通過する時刻が明らかとなり、地域社会が対処すべき課題をわかりやすく示すことができた。学年別の点分布の差をみると低学年ほど広がりを持つこともわかった。これは低学年が下校時に保護者の自動車移動に依存して様々な場所へ移動するのに対して、高学年になると自律的な移動や帰宅後に外出するためだと考えられる。大量の児童の位置情報より、今まで定性的な結論付けしかできなかった検証のエビデンスにつながる結果がみえてきたことに大きな意義を得た。今回の研究結果は、児童の安全を守る地域のステークホルダーとの連携協議を行う時に活かされるものである。

キーワード：児童、通学、位置情報、ICT
Keywords: elementary school children, commuting, position information, ICT

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 9:00 ~ 10:30 | 101 1F

[H-CG31] 原子力と地球惑星科学

コンビーナ:笹尾 英嗣(国立研究開発法人日本原子力研究開発機構　東濃地科学センター)、幡谷 竜太(一般財団法人　電力中央研究所)、竹内 真司(日本大学文理学部地球科学科)、座長:新里 忠史

原子力の平和利用は，エネルギー問題や環境問題等を解決するための糸口になると考えられるが、その一方で，福島第一原子力発電所事故を契機として，原子力施設の耐震安全性，放射性物質の環境動態や放射性廃棄物の処理・処分等の諸問題が顕在化している。また，2017年には高レベル放射性廃棄物地層処分に係る「科学的特性マップ」が公表され，2018年からは同マップに関する対話型全国説明会が開催されるなど，国を中心に地層処分への理解促進に向けた動きが進められ，原子力に対する地球惑星科学に関わる研究者・技術者の説明責任も大きくなっている。本セッションでは，放射性廃棄物の処分に主軸を置き，地層処分や中深度処分の安全性に大きな影響を与える可能性がある，地質環境特性，微生物ー核種相互作用，鉱物ー水相互作用，セメントー地下水相互作用などに関する発表を広く募集する。加えて，原子力発電所敷地内の活断層やセシウム等の放射性核種の環境動態、汚染除去土壌の減容・再利用など，原子力と地球惑星科学に関連するテーマの発表も歓迎する。これらの発表によって，理学・工学，社会科学といった異文化の交流や協働を促進することを目指す。

9:00 ~ 9:15

[HCG31-01] 陸域からの外挿による沿岸海域の後期更新世の隆起量評価とその不確実性

*幡谷 竜太[1]、濵田 崇臣[1]、清水 洋平[1] (1.一般財団法人　電力中央研究所)

9:15 ~ 9:30

[HCG31-02] 沿岸部における地下水流動性の地下水年代測定による調査

*長谷川 琢磨[1]、中田 弘太朗[1]、富岡 祐一[1]、太田 朋子[1]、丸井 敦尚[2]、町田 功[2]、井川 怜欧[2]、小野 昌彦[2]、松本 親樹[2] (1.一般財団法人　電力中央研究所 、2. 国立研究開発法人　産業技術総合研究所)

9:30 ~ 9:45

[HCG31-03] 地下坑道での弾性・比抵抗測定に基づいた岩盤透水性の推定

*川口 草太[1]、後藤 忠徳[1]、柏谷 公希[1] (1.京都大学大学院工学研究科)

9:45 ~ 10:00

[HCG31-04] 地下水および物質移行経路と花崗岩冷却過程の関係に関する検討

*笹尾 英嗣[1]、湯口 貴史[2]、石橋 正祐紀[1] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構　東濃地科学センター、2.山形大学　理学部)

10:00 ~ 10:15

[HCG31-05] 物質移行の観点から見た付加体中の不連続構造の特徴

*竹内 真司[1]、倉田 力[1]、丹羽 正和[2]、植木 忠正[2] (1.日本大学文理学部地球科学科、2.日本原子力研究開発機構)

10:15 ~ 10:30

[HCG31-06] Retardation of Cs and Sr leachings by geopolymer matrices with zeolte and titanate adsorbent

*黒田 知眞[1]、Soonthornwiphat Natatsawas[1]、Chaerun Raudhatul Islam[1]、Hnin Wint Wint Two[1]、戸田 賀奈子[1]、小林 佑太朗[1]、佐藤 努[2]、大竹 翼[2] (1.北海道大学工学院、2.北海道大学工学研究院)

陸域からの外挿による沿岸海域の後期更新世の隆起量評価とその不確実性
Uplift estimation in coastal sea area by extrapolation of the land area model and its uncertainty

*幡谷 竜太[1]、濵田 崇臣[1]、清水 洋平[1]
*Ryuta Hataya[1], Takaomi Hamada[1], Yohei Shimizu[1]

1. 一般財団法人　電力中央研究所
1. Central Research Institute of Electric Power Industry

１．はじめに

平成27-28年に国の研究会[1]において、沿岸海底下を含む沿岸部での地層処分が議論され、課題が抽出された。我々はこれを踏まえ、沿岸海域の隆起量評価に取組んでいる。昨年度は、後期更新世以降の隆起運動の一様傾動モデル(隆起量分布の平面近似モデル)を構築し、データセットの違いがモデルとその外挿から見積もられる海域の隆起量に大きく影響することを報告した[2]。これを受け、本発表では、モデルの絞り込みとデータ・モデルの不確実性の評価方法について検討する。

２．研究手法

概要調査を念頭に、基本的には従来手法を踏襲する。陸域では、段丘に関わるデータ(段丘を構成する地質、テフラなどの年代情報など[3, 4など])を収集し、段丘編年を検討する。続いて、後期更新世の隆起量の指標となる海成・河成段丘の分布から[5など]、隆起量分布を把握する。隆起量分布から三次元の隆起運動モデルを構築し、それを海域へ外挿する。モデルの検証として、新第三紀以降の地史を考慮した考察を行う。不確実性の検討として、仮想的なものも含め、段丘編年に関わる複数のモデルに基づく海域の隆起量評価を行い、比較・検討する。

３．事例研究

段丘が広く分布し、後期更新世以降の隆起量が比較的大きいことで知られる宮崎平野中・北部を取り上げた。

(1) 後期更新世以降の隆起量モデル

先行研究の再検討を行い、これらで示された段丘の対比・編年を踏襲した。よって、基本データセットと構築された後期更新世以降の陸域の平均的な隆起モデルは、幡谷ほか[2]と同じ一様傾動モデルである。

(2) 地質構造からのモデルの絞り込み

鈴木[6]の走向線図並びに海上音波探査記録の再解析によれば、宮崎層群は現海岸線よりも東に振れた北北東走向・東南東傾斜の同斜構造を示している。これは宮崎層群堆積以降の運動の反映と解釈できる。

また、海上音波探査記録の再解析によれば、宮崎層群と上位更新統の地表境界は、北北西方向を呈す。また、海域の宮崎層群分布域には多数の谷が刻まれているのに対し、更新統分布域はなだらかな陸棚地形を呈す。これらは更新世における北北西方向の汀線の存在と東北東方向の傾動を示唆する。

一方、九州中・南部は、測地(GPS)により反時計回りの運動をしていることが知られている[7など]。

以上により、少なくとも宮崎層群堆積時から現在に至るまでの反時計回りの回転運動が考えられる。このことから、この地域の後期更新世以降の隆起運動は、東北東への傾動と考えるのが妥当であろう。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

(3) 隆起モデルとその外挿の不確実性の検討

基本データセットより一部を割愛したもの、一部のデータを差し替えたもの(別の編年の作業仮説に基づく)から作ったモデル群に基づき、外挿した沿岸海域の後期更新世の平均隆起速度分布を比較した。今回の検討では、段丘編年の違いよりも、データの量による見積の差異が大きかった。

４．まとめ

陸域の隆起モデル(作業仮説)は、隆起量のデータセットに依存する。考えうるデータセットから構築されたモデルの絞り込みの方法として、地史的な検討が考えられる。また、データセットの不確実性の影響は、今回は、段丘編年の違いよりも、データの量(分布)が大きかった。引き続き研究事例を蓄積したい。更に、これらは、内陸部を含む広い範囲での隆起量分布の把握が重要であり、MIS5e段丘以外の時代に形成された段丘も指標にした隆起量データの取得の必要性を示している。

【謝辞】

本研究は経済産業省「平成30年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分技術に関する調査等事業(沿岸部処分システム高度化開発)」の一環として実施した。本事業の共同実施者の一つである(国研)日本原子力研究開発機構の方々には有益な助言を頂いた。 (株)ダイヤコンサルタント、川崎地質(株)に調査のご協力頂いた。また、海域の検討では、(国研)産業技術総合研究所より開示して頂いた海上音波探査記録等を使用した。以上の方々に深く謝意を表す。

【文献】

[1]経済産業省、沿岸海底下等における地層処分の技術的課題に関する研究会
http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/energy_environment.html#engan_kaiteika
[2] 幡谷ほか、2018、日本地球惑星科学連合2019大会演旨、HCG27-02.
[3] 町田・小池、2001、日本の海成段丘アトラス、東京大学出版会.
[4] 長岡ほか、2010、地学雑誌、119、632-667.
[5] 吉山・柳田、1995、地学雑誌、104、809-826.
[6] 鈴木秀明，1986、東北大學理學部地質學古生物學教室研究邦文報告，90，24p.
[7] 地震調査委員会、2013、九州地域の活断層の長期評価（第一版）.

キーワード：高レベル放射性廃棄物、地層処分、沿岸部、隆起、第四紀
Keywords: high level radioactive waste, geological disposal, coastal area, uplift, Quaternary

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

沿岸部における地下水流動性の地下水年代測定による調査
Deep groundwater mobility at costal area estimated by groundwater dating

*長谷川 琢磨[1]、中田 弘太朗[1]、富岡 祐一[1]、太田 朋子[1]、丸井 敦尚[2]、町田 功[2]、井川 怜欧[2]、小野 昌彦[2]、松本 親樹[2]
*Takuma HASEGAWA[1], Kotaro NAKATA[1], Yuichi Tomioka[1], Tomoko Ota[1], Atsunao Marui[2], Isao Machida[2], Reo Ikawa[2], Masahiko Ono[2], Shinji Matsumoto[2]

1. 一般財団法人　電力中央研究所 、2. 国立研究開発法人　産業技術総合研究所
1. Central Research Institute of Electric Power Industry, 2. The National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

高レベル放射性廃棄物の最終処分では、科学的特性マップが示され、輸送の観点から、沿岸部が処分候補地として適正が高いとされている。この沿岸部深部での地下水の流動性を調査するために、沿岸域の大深度ボーリング（1000m級）から地下水を採取し、地下水年代測定を実施した。地下水の主要溶存イオンと^{3}H、^{14}C、^{36}Clなどについて調査した。この結果に基づいて、沿岸部の地下水を現海水、現降水、氷期降水、化石海水の4種類に分類した。Cl濃度が低い地下水(1900mg/l以下)を降水系、Cl濃度が高い地下水を海水系とした。^{14}C濃度を有意に含む地下水(10pMC以上)を若い地下水(現海水・現降水)、有意に含まない地下水を古い地下水(氷期降水・化石海水)とした。この結果、海水系の地下水は、^{14}C濃度が高い現海水と^{14}C濃度が低い化石海水に分類された。現海水の^{36}Cl/Clは現海水程度(=0.7×10^{-15})であり、化石海水の^{36}Cl/Clは現海水よりも高かった。これは、化石海水が^{36}Clの原位置生成の影響を受けるほど古いことを示している。このため、現海水と化石海水は、^{14}Cだけでなく、^{36}Clからも分類の妥当性を確認できた。現降水と氷期降水の区分については、水素酸素同位体比や涵養温度の推定が困難なため、分類の妥当性を確認できていない。ただし、^{36}Cl/Clから現降水中の^{36}Clは現海水由来、氷期降水の^{36}Clは化石海水由来と推定できた。このため、混合している地下水の古さから、間接的に地下水の古さが表されていると考えられる。

この結果、現降水と現海水に分類された地下水は約40%、氷期降水・化石海水に分類された地下水は約60%となった。

本研究は、経済産業省からの受託研究「沿岸部処分システム高度化開発」として実施したものである。ここに記して謝意を表します。

キーワード：地下水年代、沿岸部、放射性同位体
Keywords: groundwater dating, costal area, radioactive isotopes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地下坑道での弾性・比抵抗測定に基づいた岩盤透水性の推定
Attempt to Estimate permeability of rock mass based on elasticity and resistivity measurement in underground tunnel

*川口 草太[1]、後藤 忠徳[1]、柏谷 公希[1]
*Sota Kawaguchi[1], Tada-nori Goto[1], Koki Kashiwaya[1]

1. 京都大学大学院工学研究科
1. Graduate School of Engineering, Kyoto University

Fracture distribution in the rock has a great influence on the groundwater flow. So, it is necessary to grasp its characteristics for resource exploration and geological disposal of radioactive waste. Previous studies have been attempting to grasp the hydraulic characteristics on a local scale using boreholes and the like, but it is considered difficult to grasp the hydraulic characteristics in undrilled areas. In this study, we tried to estimate the permeability of rocks in deep underground from physical property values like resistivity and Young's modulus in order to grasp macroscopic hydraulic characteristics of rock including fracture. The validity of the present estimation method was examined, by comparing this estimated value with the measured value.

The survey area is the research tunnel exposed bedrock (depth 300 m, 500 m) of the Mizunami underground research labolatory of the Japan Atomic Energy Agency, located in Mizunami-city, Gifu Prefecture. In this area, a lot of logging data is published and the fracture distribution in the gallery is also examined in detail.(eg. Ishibashi et al.,2016) Furthermore, permeability of the same rock is measured in 2015 (Sato, 2015). In this study, we measured resistivity using a small electric surveying device (4 pole method with electrode interval of about 10 cm) in addition to these. Young's modulus was measured using a Schmidt-lock hammer.

In this study, the permeability was estimated using a rock physics model. The resistivity was expressed as follows using modified archie’ s law (Katsube and Hume,1983)(1).

$\sigma_{eff}=a\,\sigma_w\,\Phi^m+\sigma_c c$(1)

Where σ_{eff} is electrical conductivity of rock, $a$is toriosity, σ_w is relectrical conductivity of pore water, $\Phi$is porosity, m is cementation factor, σ_c is clay reistivity.The elasticity of rock, was expressed as follows using Gassmann’ s Relation (Gassmann, 1951) added clay effect (2).

$1/K=1/K_m+\Phi/K_w+c/K_c$(2)

Where K is bulk module of rock, K_m is bulk module of mineral, $\Phi$is porosity, K_w is bulk module of pore water, c is clay content, K_c is bulk module of clay. Where K is bulk module of rock, Km is bulk module of mineral, $\Phi$is porosity, Kw is bulk module of pore water, c is clay content, Kc is bulk module of clay. The porosity and the clay content rate were two unknown parameter, and these were determined from the measured values of resistivity and bulk modulus by Nelder-Mead method. Permeability was estimated from Kozeny-Carman's equation (Carman, 1961) for plane crack (3).

$k=\Phi t^2/8\,\tau^2$

k is permeability, $\Phi$is porosity, t is opening width, τ is tortuosity.

Estimated value of pemeability and measured value are consistent with estimated value and error of about one digit in many rock parts.

We will use other rock physics models like unsaturated pore and data obtained from laboratory experiments and loggingdate to further improve the estimation accuracy of permeability.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地下水および物質移行経路と花崗岩冷却過程の関係に関する検討
Study on relationship between pathway of groundwater and mass transport, and cooling process of granitic rock

*笹尾 英嗣[1]、湯口 貴史[2]、石橋 正祐紀[1]
*Eiji Sasao[1], Takashi Yuguchi[2], Masayuki Ishibashi[1]

1. 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構　東濃地科学センター、2. 山形大学　理学部
1. Tono Geoscience Center, Japan Atomic Energy Agency, 2. Faculty of Science, Yamagata University

高レベル放射性廃棄物の地層処分においては，花崗岩などの結晶質岩では割れ目が地下水流動や物質移動の経路になることから，その分布を知ることが重要である。筆者らは岐阜県南東部に分布する土岐花崗岩を事例として，花崗岩中の割れ目の形成および充填の履歴を花崗岩マグマ定置後の地史と合わせて検討してきた（笹尾ほか，2015）。また，石橋ほか（2016）は肉眼観察では変質の認められない花崗岩において，斜長石中に微視的空隙が存在することを見出すとともに，この空隙がマトリクス拡散経路として機能していることを明らかにした。この微視的空隙はマグマ冷却過程で生じる初生的な変質により形成されたと推定されており，花崗岩冷却過程で生じる諸現象が地下水や物質の移行経路の形成・発達に果たす役割がある可能性を示唆する。

土岐花崗岩においては，筆者らによる一連の研究によって，花崗岩体の冷却過程（Yuguchi et al., 2019a, 2012）やその過程に生じた鉱物の変質（Yuguchi et al., 2015, 2019b），割れ目の形成および充填の履歴（石橋ほか，2014, Ishibashi et al., 2016）が明らかにされている。本研究ではこれらの研究成果に基づいて，花崗岩冷却過程と地下水および物質移行経路形成の関係を検討した。

Yuguchi et al.（2019a）は土岐花崗岩で得られた15個の岩石試料に対して，熱年代学的な手法を用いて岩体内の領域ごとの温度時間履歴を復元し，温度時間履歴は岩内の位置に応じて特有の性質（冷却速度の相違など）を有することを明らかにした。さらに，領域ごとの温度時間履歴と割れ目の分布について比較検討を行い，800℃から300℃に至るまでの冷却時間と割れ目発生頻度の間に関連があることを見出した。冷却時間が長い場合，割れ目頻度が高く，冷却時間が短い場合，割れ目頻度が低くなり，冷却時間と割れ目発生頻度との間には良い相関がみられることが分かった。

この一方で，Yuguchi et al.（2012）はYuguchi et al.（2011a,b）で報告した長石の組織に基づいて算出される“Local Cooling Index（LCI）”（局部的な冷却過程の均一さを測る指標であり，LCIが大きいほど局部的な冷却過程が不均一であることを示す）と割れ目頻度を比較した。その結果，LCIと割れ目頻度に相関があり，LCIが大きいほど割れ目頻度が大きいことを明らかにした。これらをまとめると，土岐花崗岩体においては，冷却速度が遅いものの，局部的な冷却過程が不均一である箇所において割れ目頻度が高いと言える。

斜長石中の微視的空隙について，石橋ほか（2016）は花崗岩冷却直後の初生的な熱水変質によるものと考えているが，その後，Yuguchi et al.（2019）によってさらなる検討が進められた。その結果，斜長石の変質は黒雲母の変質と一連の反応として生じた可能性が高く，350℃～180℃の温度領域で形成されたと考えられた。石橋ほか（2014）は割れ目を充填する比較的細粒の方解石は，斜長石中のCa成分が熱水に溶け出し，割れ目中に方解石として沈殿したと推察している。このことは，斜長石（および黒雲母）を変質させた熱水と割れ目充填鉱物の方解石を沈殿させた熱水は同一のものであることを意味する。熱水の起源については明らかではないが，Yuguchi et al.（2015）で黒雲母の変質が検討された試料は，肉眼およびBTV観察では近傍に割れ目が認められない場所から採取されており，割れ目に流入した熱水というよりは花崗岩冷却過程で形成される熱水によるものであることを示唆する。

以上より，地下水の移動経路である割れ目や物質移行経路（の一つと考えられる）である斜長石中の微視的空隙は花崗岩冷却過程において形成されたものであると言える。したがって，花崗岩冷却過程を検討することによってこれら移行経路の分布をより良く理解できる可能性を示す。

（文献）

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

石橋ほか，2014；応用地質, 55, 156-165.
Ishibashi et al., 2016；Eng. Geol., 208, 114-127.
石橋ほか，2016；原子力バックエンド研究, 23, 121-129.
笹尾ほか，2015；JpGU2015, HCG34-01.
Yuguchi et al., 2011a；J. Mineral. Petrol. Sci., 106, 61-78.
Yuguchi et al., 2011b；J. Mineral. Petrol. Sci., 106, 130-141.
Yuguchi et al.，2012；Eng. Geol. 149-150, 35-46.
Yuguchi et al., 2015；Am. Mineral., 100, 1134-1152.
Yuguchi et al., 2019a；J. Asian Earth Sci.，169, 47-66.
Yuguchi et al., 2019b；Am. Mineral., in press.

キーワード：花崗岩、マグマ冷却過程、割れ目、微視的空隙
Keywords: granite, cooling process of granitic magma, fracture, micropore

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

物質移行の観点から見た付加体中の不連続構造の特徴
Fracture characterization in the accretionary complex from the view point of mass transfer

*竹内 真司[1]、倉田 力[1]、丹羽 正和[2]、植木 忠正[2]
*Shinji Takeuchi[1], Chikara Kurata[1], Masakazu Niwa[2], Tadamasa Ueki[2]

1. 日本大学文理学部地球科学科、2. 日本原子力研究開発機構
1. Department of Earth and Environmental Sciences, College of Humanities & Sciences, Nihon University, 2. Japan Atomic Energy Agency

１．はじめに

日本列島の地質の基盤の大部分は、付加体で構成されていると考えられている（狩野ほか、1998）ことから、高レベル放射性廃棄物の地層処分のサイト選定において付加体は無視できないと考えられる。付加体中にはプレートの沈み込みに伴って形成された亀裂や断層などの不連続構造が多数存在するため、放射性物質は地下水とともに不連続構造中を移行することが懸念される。このため付加体中の不連続構造が有する物質移行上の特徴を理解することが重要である。本研究では、新第三紀および先新第三紀付加体中に観察される断層などの不連続構造を含む試料を採取し、地質学的な観察や室内透水試験などを行い、亀裂物質移行上の特徴について検討している（竹内ほか2018）。

調査対象は、新第三紀付加体が分布する三浦層群三崎層（神奈川県三浦市）および先新第三紀付加体が分布する秩父帯（東京都あきる野市）とした。三崎層では、普遍的に発達する“面なし断層”（井尻ほか、1955）を含む試料、秩父帯では付加体を特徴づけるメランジュ中の基質部の泥岩を採取し、光学顕微鏡観察、走査電子顕微鏡（SEM）観察、走査型Ｘ線顕微鏡（XGT）分析、室内透水試験などを実施した。

２．新第三紀付加体

神奈川県三浦半島南端に露出する三浦層群三崎層中には面なし断層が網目状に普遍的に発達する。昨年度までの検討において、観察対象とした面なし断層の断層部では母岩の細粒化はあるものの、元素分布にはほとんど変化が観察されないことがSEM観察およびXGT観察により確認された（竹内ほか2018）。今回、SEM画像を用いて母岩部と断層部の空隙率を測定した。測定は村上ほか（2008）を参考に、画像処理により空隙と鉱物で二値化した後に空隙の面積率を測定した。300倍に拡大した画像観察において複数個所で測定した結果、断層部の空隙率の平均値は約1.2%、母岩部のそれは約2.7%となり、断層部が低い値を示すことが判明した。また、室内透水試験（変水位透水試験）において、面なし断層に直交する方向と面なし断層を含まない試料の透水係数を算出した結果、前者では約6E-9 (m/s)、後者では2E-8 (m/s)の値が得られたことから、面なし断層を含む岩盤が透水異方性を有することが明らかとなった。以上の結果から、網目状に発達した面なし断層を含む新第三紀堆積岩においては、断層で囲まれた領域内で物質移行の遅延効果が期待される。

３．先新第三紀付加体

泥岩試料の薄片観察の結果、せん断運動に伴う鱗片状へき開が観察された。また、XGT分析の結果、へき開沿いにFeの濃集が確認された。へき開を横断する方向のFeの濃度（XGTのカウント数）は、へき開部にほぼ限定されており、周辺母岩側への拡散は認められなかった。ただし、このFeの変質は、最近の地表付近での地下水による汚染の可能性も否定できない。室内透水試験（変水位透水試験）により、へき開面に直交する方向と平行な方向の透水係数を算出した結果、へき開面に平行な方向では約4E-8 (m/s)、直交方向のそれは約2.5E-8

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

(m/s)の値を示した。このことから、泥岩基質部には若干の透水異方性が存在することが推定される。透水異方性に大きな差が認められないのは、鱗片状へき開のへき開面が湾曲していることや、地表部での風化により、深部の新鮮な試料と比較して開口していることなどが考えられる。以上の結果から、泥岩基質部中のへき開面は物質移行上の選択的な移行経路となり得るものと考えられる。

4. まとめ

新第三系付加体に発達する面なし断層および先新第三系付加体に発達する鱗片状へき開を対象として地質試料の観察、各種顕微鏡観察、室内透水試験などにより、物質移行上の特性として以下の知見を得た。

・新第三紀付加体中に発達する面なし断層は、母岩が細粒化し、明瞭な透水異方性を示すことから、物質移行上のバリアとなることが期待される。

・先新第三紀付加体中に発達する鱗片状へき開は、透水異方性は弱く、へき開面が選択的な物質移行上の経路となり得る。

以上の結果を踏まえて、新旧付加体中の不連続構造における物質移行上の特性を示す概念モデルを構築した。今後は、より新鮮な試料を用いた検討により、物質移行概念モデルを適切に改良する予定である。

キーワード：地層処分、付加体、新第三紀、先新第三紀、物質移行
Keywords: Geological disposal, Accretionary complex, Neogene, Pre-Neogene, Mass transfer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Retardation of Cs and Sr leachings by geopolymer matrices with zeolte and titanate adsorbent

*黒田 知眞[1]、Soonthornwiphat Natatsawas[1]、Chaerun Raudhatul Islam[1]、Hnin Wint Wint Two[1]、戸田 賀奈子[1]、小林 佑太朗[1]、佐藤 努[2]、大竹 翼[2]
*Kazuma Kuroda[1], Soonthornwiphat Natatsawas[1], Chaerun Raudhatul Islam[1], Hnin Wint Wint Two[1], Kanako Toda[1], Yutaro Kobayashi[1], Tsutomu Sato[2], Tsubasa Otake[2]

1. 北海道大学工学院、2. 北海道大学工学研究院
1. Graduate school of Engineering, Hokkaido University, 2. Faculty of Engineering, Hokkaido University

After the accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station (FDNPS) that occurred due to the Tohoku big earthquake in 2011, contaminated water with radioactive nuclides such as cesium (Cs) and strontium (Sr) have been continuously generated due to cooling of fuel debris by water. Zeolite or titanate adsorbents have been used for removing Cs or Sr from the contaminated water. The spent adsorbents would probably be solidified for the safety storage and disposal. Glass and cement have been proposed for solidifying binder. However, they have some disadvantages such as generation of secondary radioactive waste during vitrification and large amount of waste volume limited by bigger free water volume. Recently, geopolymer is considered as new binder which has potential to solve the above disadvantages for safety disposal of the spent adsorbent. Geopolymer has the potential to decrease total volume of solidified substances comparing cement because amount of containing free water is less than that containing cement. Primary phases of geopolymer such as calcium silicate hydrate (C-S-H) or potassium alumino silicate hydrate (K-A-S-H) may have property for sorbing radioactive nuclides. Furthermore, it is possible to obtain the desirable phases by changing the type and ratio of the starting materials. So, the appropriate primary phases could be designed depending on the type of the radioactive nuclide in disposed radioactive waste. However, there are few data about leaching behavior of radioactive nuclides from geopolymer in real disposal condition. In this context, this study was conducted leaching and sorption experiments to understand the leaching behavior from geopolymer with zeolite or titanate containing Cs or Sr.
In this study, geopolymer samples from mixing of KOH, metakaoline and water glass were investigated in leaching experiments. From the leaching experiments of Cs and Sr from geopolymer with titanate, most of Sr was tightly remained after 90 days even without titanate. This means that K-A-S-H matrix formed after the mixing has high capacity for Sr storage. On the other hand, small part of Cs (around 4%) was leached out after 90 days. However, although it is well known that Cs and Sr are easily leached out from cement matrix (A. El-Kamash, et al., 2006, and M. Takaoka, et al., 2015), K-A-S-H matrix is better in terms of Cs and Ss storage. From sorption experiments of Cs and Sr by using powder C-S-H and K-A-S-H samples as matrix components of cement and geopolymer, it is cleared that K-A-S-H has higher sorption capacity than that of C-S-H. From desorption experiment of Cs and Sr using deionized water from the C-S-H and K-A-S-H, it is cleared that almost of Cs was desorbed from C-S-H even for one day, while 90% of Cs was remained in K-A-S-H under the same condition. Consequently, K-A-S-H matrix in geopolymer has higher retention capacity than that of C-S-H matrix in cement. We conducted safety assessment for geopolymer and cement waste form in pit type disposal system using leaching ratio obtained in this study. From results of the assessment, K-geopolymer would be applicable for safety encapsulation and disposal of Cs and Sr as waste form.

キーワード：ジオポリマー、放射性廃棄物の処分、カリウムアルミノシリケート水和物、カルシウムシリケート水和物

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Geopolymer, Disposal of radioactive waste, Potassium almino silicate hydrate, Calcium silicate hydrate

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | 101 1F

[H-CG31] 原子力と地球惑星科学

コンビーナ:笹尾 英嗣(国立研究開発法人日本原子力研究開発機構　東濃地科学センター)、幡谷 竜太(一般財団法人　電力中央研究所)、竹内 真司(日本大学文理学部地球科学科)、座長:竹内 真司

原子力の平和利用は，エネルギー問題や環境問題等を解決するための糸口になると考えられるが、その一方で，福島第一原子力発電所事故を契機として，原子力施設の耐震安全性，放射性物質の環境動態や放射性廃棄物の処理・処分等の諸問題が顕在化している。また，2017年には高レベル放射性廃棄物地層処分に係る「科学的特性マップ」が公表され，2018年からは同マップに関する対話型全国説明会が開催されるなど，国を中心に地層処分への理解促進に向けた動きが進められ，原子力に対する地球惑星科学に関わる研究者・技術者の説明責任も大きくなっている。本セッションでは，放射性廃棄物の処分に主軸を置き，地層処分や中深度処分の安全性に大きな影響を与える可能性がある，地質環境特性，微生物ー核種相互作用，鉱物ー水相互作用，セメントー地下水相互作用などに関する発表を広く募集する。加えて，原子力発電所敷地内の活断層やセシウム等の放射性核種の環境動態、汚染除去土壌の減容・再利用など，原子力と地球惑星科学に関連するテーマの発表も歓迎する。これらの発表によって，理学・工学，社会科学といった異文化の交流や協働を促進することを目指す。

10:45 ~ 11:00

[HCG31-07] 地層処分における地下施設の閉鎖後モニタリングの留意点

*村上 裕晃[1]、渡辺 勇輔[1]、福田 健二[1]、岩月 輝希[1] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構)

11:00 ~ 11:15

[HCG31-08] 福島県阿武隈山地の森林域における放射性セシウム環境動態に関する長期モニタリング

*新里 忠史[1]、渡辺 貴善[1]、佐々木 祥人[1]、三田地 勝昭[2]、伊藤 聡美[1]、阿部 寛信[1] (1.日本原子力研究開発機構、2.エイ・ティ・エス株式会社)

11:15 ~ 11:30

[HCG31-09] 福島第一原発汚染水問題を踏まえた地層処分の問題点

*柴崎 直明[1] (1.福島大学)

11:30 ~ 11:45

[HCG31-10] 新潟県を例にHLRW科学的特性マップの非科学性の検証と、処分場検討の進め方の基本課題

*赤井 純治[1]、大野 隆一郎 (1.新潟大学名誉教授)

11:45 ~ 12:00

[HCG31-11] 埼玉県における「科学的特性マップ」の問題点と高レベル放射性廃棄物（HLW）の保管方法

*関根 一昭[1]、末永 和幸[2]、小林 忠夫 (1.埼玉県立秩父高等学校、2.末永環境地質調査事務所)

12:00 ~ 12:15

Discussion

地層処分における地下施設の閉鎖後モニタリングの留意点
Focus points of post-closure monitoring in geological disposal

*村上 裕晃[1]、渡辺 勇輔[1]、福田 健二[1]、岩月 輝希[1]
*Hiroaki Murakami[1], Yusuke Watanabe[1], Kenji Fukuda[1], Teruki Iwatsuki[1]

1. 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
1. Japan Atomic Energy Agency

高レベル放射性廃棄物の地層処分では、施設閉鎖後に地質環境が初期状態に回復することを前提として安全評価が行われる。これまで、大規模地下施設の建設に伴い形成される掘削擾乱領域（Excavation disturbed Zone; EdZ）を対象に、水圧・水質の擾乱の程度や地質構造との関連性、操業期間中におけるその範囲の拡大などが研究されてきた。一方で、実際の地下環境における施設閉鎖後のEdZの回復に関する研究事例は、国内外において極めて少ない。この知見を得るためには、地下施設の建設前から閉鎖後まで継続して地下水モニタリングを行うことが一つの手段である。我々は、これまで瑞浪超深地層研究所（以下「瑞浪URL」）の建設前から操業中の地下水の水圧・水質変化に関するデータを取得してきた。それらの知見に基づき、地下施設の閉鎖後にモニタリングを実施する場合の留意点について検討したので、その結果を報告する。

検討に用いたデータは、瑞浪URLの深度500mの立坑に20～30m間隔で設置された集水リングの地下水（以下「立坑湧水」）の水質データと、瑞浪URLの立坑から約50m離れた地点に堆積岩から基盤花崗岩にかけて掘削されたボーリング孔（MSB-2号孔）の地下水の水質データである。これらの水質データの経時変化とその原因や地質・地質構造との関連性について検討した。なお、瑞浪URL周辺では、地下深部に相対的にCl濃度の高い地下水（以下「高Cl地下水」）が、地表付近では相対的にCl濃度の低い地下水（以下「低Cl地下水」）が分布している（Iwatsuki et al., 2005）。また、瑞浪URLの立坑湧水のCl濃度の変化から、立坑の掘削深度が深くなるにつれて深部から高Cl地下水が湧昇してきていることが明らかになっている（水野ほか, 2008）。

MSB-2号孔では、堆積岩中と花崗岩中で地下水の水質変化の傾向が異なる。礫岩層中の地下水のCl濃度は、立坑の掘削が当該深度に達してから数年間は低下傾向を示した。立坑の掘削により当該深度にあった高Cl地下水が排水され、上位から低Cl地下水が供給されたと考えられる。Cl濃度は、その後の数年間は一時的に上昇したが、現在は再び低下して礫岩層中の立坑湧水のCl濃度と同程度となっている。このことから、礫岩層中の地下水は、一時的に湧昇してきた深部の高Cl地下水の影響を受けたものの、立坑の掘削面がより深部へ移動するにしたがって当該深度における湧昇の勢いが弱まり、再び低Cl地下水によって希釈されたと推測される。一方、土岐花崗岩中の地下水のCl濃度は、立坑の掘削が当該深度に達した際に大きく低下したが、その後は約10年間かけて緩やかに上昇している。このことから、土岐花崗岩中の地下水は、初期は低Cl地下水によって希釈されたが、その後は深部から湧昇する高Cl地下水の影響を受け続けていると考えられる。

これらの結果は、水質分布が地質によって異なることに加えて、各深度の地下水の供給源が時間とともに変化していることを示す。これらの変化が認められた地点では、地下施設閉鎖後の水圧回復に伴い、再び地下水の供給源が変化すると予想できる。つまり、施設閉鎖後の地下水環境の回復過程を把握するためには、本研究で対象とした礫岩層のように地下水の供給源が変化している地点を選び、その分布範囲を把握した上で閉鎖後モニタリングを行うことが重要であると言える。逆説的に言えば、本研究で対象とした土岐花崗岩中の地下水のように地下水の供給源が大きく変化しない地点は、閉鎖後モニタリング地点としての重要性は低いと考えられる。

文献：Iwatsuki et al. (2005) App. Geochem., 20, 2283-2302. 水野ほか (2008) 日本原子力学会和文論文誌, 12, 89-102.

キーワード：地下水、地下施設の閉鎖、モニタリング
Keywords: Groundwater, Closure of underground facility, monitoring

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

福島県阿武隈山地の森林域における放射性セシウム環境動態に関する長期モニタリング

5 years monitoring results for the environmental dynamics of radiocesium in mountainous forest of the Abukuma Mountains, Fukushima

*新里 忠史[1]、渡辺 貴善[1]、佐々木 祥人[1]、三田地 勝昭[2]、伊藤 聡美[1]、阿部 寛信[1]
*Tadafumi Niizato[1], Takayoshi Watanabe[1], Yoshito Sasaki[1], Katsuaki Mitachi[2], Satomi Ito[1], Hironobu Abe[1]

1. 日本原子力研究開発機構、2. エイ・ティ・エス株式会社
1. Japan Atomic Energy Agency, 2. ATOM TRANSPORT SERVICE CO., LTD

はじめに

東京電力ホールディングス福島第一原子力発電所事故（以下、1F事故）に由来する放射性物質のうち、^{137}Cs（以下、Cs）は半減期が約30年と長く、今後長期にわたり分布状況をモニタリングし、その影響を注視していく必要がある。は、福島県阿武隈山地の生活圏に隣接する落葉広葉樹林（以下、コナラ林）及び常緑針葉樹林（以下、スギ林）において、2013年4月以来、森林内のCs分布と林内の移動及び林外への流出を長期観測している[1]。加えて、住民帰還が進む中で様々な森林環境におけるCs環境動態の把握が重要と考えられるため、土砂生産量が高いと見込まれる山岳地にて2013年8月より3年間[2]、生活圏に隣接する除染林地にて2016年3月より3年間[3]及び林床被覆が焼失した林野火災跡地での流出観測[4]を2017年6月より約2年間実施した。本論では、以上の観測結果を整理し、今後の課題を考察する。

観測地と手法

観測地は阿武隈山地の森林計6地点である。林内のCs移動と林外への流出を同時観測する地点として、生活圏に隣接するコナラ林とスギ林の未除染地を各1地点選定した。林外への流出観測地は、山岳地、コナラ林の除染地、林野火災跡地と非延焼地のスギ林に各1地点を設定した。林外へのCs流出観測では、傾斜約30度の森林斜面にステンレス製もしくは塩化ビニル製の板で区画した観測プロットを設置し、プロット下端部のトラップにて土壌等の流出物を全量回収した。地形が急峻な山岳地では流域単位で流出量を観測し、河川への流出点付近の治山ダムにおける埋積地形の変化から土砂流出量を算出した。Cs流出量（Bq/m^2）は、観測プロットもしくは流域面積、流出物の重量とCs濃度から算出した。林内における森林上部（樹冠）から森林の地表面（林床）へのCs移動量（Bq/m^2）は、林内雨量、樹幹流量及びリターフォール量を観測し、それらの採取面積と試料のCs濃度から算出した。林外へのCs流出率と林内の移動率は、観測地のCs存在量に対する流出量もしくは移動量の百分率とした。林床から土壌深部へのCs移動は、林床リターと深度20cmまでの土壌をスクレーパープレートで全量採取し、試料の採取面積、重量及びCs濃度からリター層と土壌各深度のCs存在量（Bq/m^2）を算出し深度分布の経年変化を比較した。

森林内のCs分布は、林床リターと土壌層を地下部、樹木を地上部として、地下部と地上部のCs存在割合を求めた。樹木試料は、観測地に分布する全樹木の直径の頻度分布に基づき代表木を5本選定して伐倒し採取した。樹木のCs存在量（Bq/m^2）は、樹木バイオマスと樹木各部のCs濃度から求めた樹木1本あたりのCs量（Bq/本）に樹木密度（本/m^2）を乗ずることで算出した。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

結果と考察

年間のCs流出率は、未除染のコナラ林で0.01－0.41%、スギ林で0.05－0.19%、山岳地で0.06－3.1%[2]、除染地で0.16－0.84%[3]、火災跡地では火災発生後の約半年間で2.6%、翌年は0.63%であった。樹冠から林床へのCs移動率は、未除染のコナラ林で0.23－3.09%、スギ林で0.36－1.04%の範囲であった。2015年の台風に伴い多量の土砂が堆積した山岳地を除き、いずれの森林環境においてもCs移動と流出率は最大数%であり、1F事故からの経過年数とともに低下する傾向にあることから、Csは今後とも林内に留まる傾向にあると考えられる。また、スギ林におけるCs存在量の約9割が2015年10月時点で地下部のリター層と土壌層に存在し、地下部では1F事故からの経過とともに、リター層から土壌表層にCs存在量の重心が移動していた。ただし、2016年8月には、林床のCs存在量の約70－80%が土壌表層0－5 cmに分布していた。

以上の結果は、森林内のCs分布が、栄養分の吸収を担う樹木細根の分布と類似していることを示す。林内での移動や林外への流出が限定的であることを踏まえると、今後は林床から林産物へのCs移行プロセス解明とフラックス算出が中心課題であり、チェルノブイリ原子力事故の事例からは、少なくとも1F事故後10年間を超えた長期観測が林産物の濃度予測に当たり必要と考えられる。

[1] Niizato et al., 2016, J. Environ. Radioact. 161, 11-21.

[2] 渡辺ほか, 2017, KEK proceedings, 2017-6, 122-126.

[3] 渡辺ほか, 2019, 第20回「環境放射能」研究会要旨論文集, P-23.

[4] 新里ほか, 2018, JpGU2018予稿集, HCG27-06.

[5] 梶本ほか, 2014, 森総研研究報告, vol.13, 113-136.

キーワード：東京電力福島第一原子力発電所事故、放射性セシウム、流出入量、山地森林
Keywords: TEPCO’s Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident, radiocesium, input-output budgets, mountainous forest

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

福島第一原発汚染水問題を踏まえた地層処分の問題点
Problems of geological disposal based on the contaminated water issues at Fukushima Daiichi NPS

*柴崎 直明[1]
*Naoaki Shibasaki[1]

1. 福島大学
1. Fukushima University

深刻な原子力事故から8年が経過した福島第一原発では，汚染水問題がまだ解決していない．多くの汚染水対策が実施されてきたが，地下水バイパスや凍土壁の効果は予想されたものよりも限定的であった．これは，原発敷地の複雑な地質や水文地質に対する調査や理解が不足していたためである。この経験をもとに，発表者は2017年7月に経済産業省が公表した高レベル放射性廃棄物の地層処分のために科学的特性マップを検討した．このマップには，地下水や水文地質学に関する詳細な情報は示されていない．発表者は，水文地質学および地下水流動系の観点から，地層処分における重要な問題点を指摘する．

キーワード：福島第一原発、汚染水問題、地下水、地層処分、科学的特性マップ
Keywords: Fukushima Daiichi NPS, contaminated water issues, groundwater, geological disposal, Nationwide Map of Scientific Features for Geological Disposal

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

新潟県を例にHLRW科学的特性マップの非科学性の検証と、処分場検討の進め方の基本課題

Examination of "Nationalwide Map of Scientific Features" for HLRW geological disposal in case of Niigata Prefecture and fundamental problems in the fair discussion on this task

*赤井 純治[1]、大野 隆一郎
*Junji Akai[1], Ryuichiro Ohno

1. 新潟大学名誉教授
1. Emeritus Professor of Niigata University

●環境汚染と、微生物ー鉱物相互作用例

原発事故で,放射能は人間が完全にコントロールしがたいことを国民は広範に知った.筆者（赤井）の専門の鉱物学に関わり, Cs-微生物相互作用例とCs再循環過程を示した.このような、地表過程事例から地下過程の検討課題もありうる.

●新潟県の例でみるマップの非科学性の具体的指摘

科学的特性マップのNUMOの説明会が新潟市でも説明会が開催され,その場でも発言したが新潟県の地質で二,三例指摘する。１）粟島も適地グリーンとされているが,その南に新潟地震の震央があり地震で西に傾き東岸で１.5m程隆起した.おそらく活褶曲か活断層が成長し,傾動したように思えるが適地と考え難い.２）かつての巻原発予定地（新潟市）が今も東北電力によって管理下にあるが,この周辺だけグリーンになっているのは地質の相違ではない等もある.３）五頭山塊がグリーンで,宝珠山で予備的ボーリング調査がなされたようであるが目的を聞いても回答なかったとの市民の声がある.地質では「五頭山体花崗岩は非常に裂罅が多く,断層粘土を伴うところも多々見られる.さらに津川層層当層が五頭山の中腹や山頂に点在,五頭山西方でのボーリングで地下2000mに津川層層当層と上位の西山層相当層の境が確認され,少なくも440万年前から現在までの間に3000m近く隆起.それらは,断層によって階段状に分布.さらに,五頭山地西縁と西の笹神丘陵には膨大な土石流堆積物が堆積, 7 層準が確認されそれらは五頭山地側と笹神丘陵を挟み古いほど急勾配であり,かなり新しい時期まで山地側隆起がわかる.以上から核のゴミ処分場としては不適切な場所であろう.」（笹神団研　2012；高橋明私信）.４）柏崎刈羽原発敷地付近の問題もある。一般論で,イ）既存の詳細な地質図データを使っていない：地質図はその地域の地質特性を空間的にも時間的にも総合的に示す基本中の基本である.ロ）活断層の取り扱いが問題で,新たな活断層生成の可能性もあり予見は不可能である.2019年1月熊本での震度６弱,M５.1の地震は,活断層が知られない地であった.この一例で,活断層問題の危険性は決定的である.変動帯という本質は,そういう事であり,これを3.11大震災で国民は広く知った.処分場問題は,国民・社会がどう受け止めるか,ここを基本にするか、国民世論を無視するかの民主主義の問題でもある.ハ）地下水の影響が大きく,最大問題と言って良い.降水量の大きい日本で,地下水影響は多大で,地震,火山活動他の影響でどう裂罅が生成し地下水動態が変わるか,最大の問題である.水のあるところには地下微生物も作用する。以上から科学的特性マップは,極めて非科学的と結論づけうる.

●民主主義と科学者倫理の視点、学術会議の課題

日本学術会議は,学術と社会に関わる課題に重要な見解を学術界を代表して独立性を持って発出してきた：例えば,軍学共同問題の新声明など典型的.学術会議は,原子力委に対し2012年に回答し、後,フォローアップの委

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

員会を設置し,社会的合意形成に関する分科会からは,国民目線に立った報告を2014年に出した.技術的検討の分科会報告も統合し,2015年に12の提言を回答した.しかしこの12提言は,2012年報告,2014年社会的合意分科会報告から逸脱,矛盾し,後退している.例えば,暫定保管は原則50年,最初の30年をめどに合意形成と適地選定としている.従来は30年を一つの期間としてその後の長期の政策選択となっていた. 2012年,2015年回答でも,専門家間の合意形成を重視するが,2015年提言では地層処分推進にほぼ方向づけ,適地のリスト化まで触れている.活断層を避けうると明言もしている.専門家で、日本列島に地層処分に適した場所はないとの断言,或いは強い疑念が多数ある中,専門家の議論・合意を無視し,地層処分推進に傾斜の回答を出したことは,文書内で矛盾しており問題で再検討すべきである.但しこれら文書には,専門家の合意,社会的合意の尊重,そのための委員会・会議の提案等貴重なものもある.この精神を踏襲した国民的議論に転換すべきである.

海外例で,2017年に米,露,リトアニアの専門家による意見交流があり,千年万年の長期保管技術は無理だが,100間年完全に安全な管理法はありうるとの結論になったという（Oleg　Bodrov　私信）.このような国際的議論と交流することも重要である.

●公正な議論を

電力会社からの拠出金と派遣職員に依存するNUMOは事実上,原発再稼働を支え,政府の施策を支持し、忖度する組織であり,国民目線からは、中立,公正ではあり得ない.これは,説明会でもわかった.公正中立な専門家内の議論の場を持たなければ,国民の信頼は得られない。

キーワード：高レベル放射性廃棄物、科学的特性マップ、新潟、基本問題、非科学的、公正な議論
Keywords: High Level Radioactive Waste (HLRW), Nationalwide Map of Scientific Features, Niigata, Fundamental problem, unscientific, fair discussion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

埼玉県における「科学的特性マップ」の問題点と高レベル放射性廃棄物（HLW）の保管方法

Problems of the "Nationwide Map of Scientific Features for Geological Disposal" in Saitama prefecture and storage method of High-level Radioactive Waste (HLW)

*関根 一昭[1]、末永 和幸[2]、小林 忠夫
*Kazuaki SEKINE[1], Kazuyuki SUENAGA[2], Tadao KOBAYASHI

1. 埼玉県立秩父高等学校、2. 末永環境地質調査事務所
1. Saitama Prefectural Chichibu High School, 2. SUENAGA Environmental Geology

2017年に資源エネルギー庁から「科学的特性マップ」が公表された．地層処分に対して適地および不適地に関する候補地が色別に示されている．埼玉県では，北西端から南東方向に延びる線状の黄色で示された部分が最も顕著な不適地である．ほかに南東端の一部に掘削可能性のある地域等の不適切な地域が存在する．上記外の地域はおおむね適地とされている．

埼玉県の北部には関東平野北西縁断層帯が走る．主なものは深谷断層に代表される断層帯と綾瀬川断層に代表される断層帯である．この断層帯は次のように評価されている．傾斜は50°～70°の南西傾斜（深さ500m以浅），幅は20～25㎞程度，南西側隆起の逆断層，平均的なずれの速度は20～40㎝/ 1000年，過去の活動時期は約6200年前以降，約2500年前以前，1回のずれの量は5～6m程度（上下成分），平均活動間隔は1万3000～3万年程度，予想される地震の規模はマグニチュード8.0程度，今後300年以内の地震発生確率は0～0.1％である（地震調査研究推進本部地震調査委員会,2005）．

深谷断層系の長さは約80㎞とされているので（杉山,2000），「科学的特性マップ」の活断層に関わる不適地の基準が断層の長さの100分の1（NUMO, 2017）に従えば，不適地の幅は800mとなる．活断層の傾斜が50°という可能性があり，水平的広がりがあることを考えれば，線状部分外の地域が適地に分類されていることは妥当な結論とは言えない．

深谷断層および綾瀬川断層が起震断層として引き起こす地震は，一括して関東平野北西縁断層地震として扱われる．本地震における破壊開始点が北・中央・南の3地点にある場合が想定され，それぞれ震源の深さは北が約19㎞，中央と南が約17㎞とされている．たとえば破壊点が北の場合は，震源の破壊形態を同心円状破壊とすると吉見町・川島町を中心とした地域および本庄市，美里町を中心とした地域で震度7が分布し，断層周辺に震度6強，県内広域で震度6弱となる地域が分布すると想定されている（埼玉県,2014,2015）．北・中央・南のいずれの破壊点であっても，震度7・震度6強・震度6弱の強い揺れが，「科学的特性マップ」で示された黄色に塗色された部分を大きく超えて分布する．断層の南西側に傾斜する活断層の地下17～19㎞に震源があるとすれば，広域において強い揺れの地域が分布する可能性は高い．

地層処分された高レベル放射性廃棄物が十分に低い状態になるためには，数万～10万年の時間が必要と考えられている．その間に活断層が存在する活発な地域においては，新たな活断層が生じる可能性があり，それが直接地層処分場を貫き廃棄物および廃棄物貯蔵システムを破壊することも否定できない．漏洩した放射性物質が地下水の移動に伴い地上を含む人間環境に影響を与える可能性についても想定されている（NUMO,2018）．

放射性廃棄物の地層処分に関して，地下水流動が最も重要な要件（IAEA,1977）であることが指摘されているにもかかわらず，「科学的特性マップ」においてはそのことが反映されていない．地下深部での地下水流動

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

はほとんどないという説明（NUMO,2018等）があるが，関東地下水盆の深層において地下水流動が認められ，埼玉県北東部には関東平野における地下水の流出域があると想定されている（宮越ほか,2003;丸井,2014）．

しかしながら，地下水の挙動を正確に把握する方法については十分な知見が蓄積されているとは言い難く，福島第一原発の汚染水問題に見るように，わずか数10mの深度における地下水の挙動でさえ正確に把握できていない（柴崎, 2018;末永, 2018）.「科学的特性マップ」における適不適の分類を行うためには地下水に対する視点にいっそうの重点を置く必要があると考える．その際，地域地質を考慮することが極めて重要であり，過去に蓄積されてきた水文学や水理地質学の研究成果を反映させる必要がある（伊藤,2018など）．「科学的特性マップ」における問題点を解決し，十分な理解と住民への安全性への信頼を得られるまでの暫定的な地上保管等（学術会議, 2012），さらには継続的な地上保管等も含めて地層処分以外の選択肢も検討するべきであると考えられる．

キーワード：科学的特性マップ、関東平野北西縁断層帯、地下水、保管方法
Keywords: Nationwide Map of Scientific Features for Geological Disposal, Kanto Plain Northwest Rim Fault Zone, groundwater, storage method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_9

[H-CG31] 原子力と地球惑星科学

コンビーナ:笹尾 英嗣(国立研究開発法人日本原子力研究開発機構　東濃地科学センター)、幡谷 竜太(一般財団法人　電力中央研究所)、竹内 真司(日本大学文理学部地球科学科)

原子力の平和利用は，エネルギー問題や環境問題等を解決するための糸口になると考えられるが、その一方で，福島第一原子力発電所事故を契機として，原子力施設の耐震安全性，放射性物質の環境動態や放射性廃棄物の処理・処分等の諸問題が顕在化している。また，2017年には高レベル放射性廃棄物地層処分に係る「科学的特性マップ」が公表され，2018年からは同マップに関する対話型全国説明会が開催されるなど，国を中心に地層処分への理解促進に向けた動きが進められ，原子力に対する地球惑星科学に関わる研究者・技術者の説明責任も大きくなっている。本セッションでは，放射性廃棄物の処分に主軸を置き，地層処分や中深度処分の安全性に大きな影響を与える可能性がある，地質環境特性，微生物－核種相互作用，鉱物－水相互作用，セメント－地下水相互作用などに関する発表を広く募集する。加えて，原子力発電所敷地内の活断層やセシウム等の放射性核種の環境動態、汚染除去土壌の減容・再利用など，原子力と地球惑星科学に関連するテーマの発表も歓迎する。これらの発表によって，理学・工学，社会科学といった異文化の交流や協働を促進することを目指す。

[HCG31-P01] 数値地形解析による海底段丘判読の高度化

*日浦 祐樹[1]、小松 哲也[1]、須貝 俊彦[2] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、2. 東京大学大学院新領域創成科学研究科)

[HCG31-P02] 内陸部での河川下刻速度の推定技術の高度化に向けた検討－紀伊半島の事例－

*中西 利典[1]、小松 哲也[1]、小形 学[1]、細矢 卓志[2]、加賀 匠[2] (1.日本原子力研究開発機構、2.中央開発株式会社)

[HCG31-P03] 石英の水和反応に関する水熱実験：自然現象に対する新たな年代測定手法の開発に向けて

*丹羽 正和[1]、島田 耕史[1] (1.日本原子力研究開発機構)

[HCG31-P04] 花崗岩中の物質移行特性評価のための実効拡散係数と空隙率

*福田 健二[1]、村上 裕晃[1]、板井 香織[2]、石橋 正祐紀[1]、笹尾 英嗣[1] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、2.株式会社シーテック)

[HCG31-P05] 坑道スケールの水みち割れ目とその周辺マトリクスの水理地質構造

*濱田 藍[1] (1.一般財団法人　電力中央研究所)

数値地形解析による海底段丘判読の高度化
Better identification of submerged terraces based on digital terrain analysis

*日浦 祐樹[1]、小松 哲也[1]、須貝 俊彦[2]
*Hiura Yuki[1], Tetsuya Komatsu[1], Toshihiko Sugai[2]

1. 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、2. 東京大学大学院新領域創成科学研究科
1. Japan Atomic Energy Agency, 2. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo

海域を含む沿岸部において隆起量や侵食量を評価するためには、現在の陸域のみならず氷期に広く陸化する大陸棚においても、地殻変動と侵食の指標となる地形の分布やその特徴を把握しておくことが重要である。しかし、深度分布パターンから海底における地殻変動を読み取れる可能性がある海底段丘については、それらの正確な分布把握が課題となっている。そこで本研究では、数値地形解析に基づく海底段丘判読の高度化を検討した。

数値地形解析では、対象海域の海岸線に直交する方向に矩形の解析領域を設定し、その中の深度・面積分布のパターンを読み取った。深度・面積分布にみられるピークは、その深度に平坦面ないしは緩傾斜な斜面が存在することを示し、谷はその深度の面積が狭い、すなわち急斜面が存在することを示す。つまり、深度・面積分布におけるピークの立ち上がり深度は、海底段丘の後面段丘崖基部（遷緩線）とみなせる。数値地形解析には、海底地形デジタルデータ（M7000シリーズ）から作成した90 mメッシュの数値標高モデルを使用した。

日本列島の18海域を対象に数値地形解析を行った。数値地形解析に基づく判読結果とアナグリフ画像判読の結果とを比較すると、数値地形解析から新たに海底段丘を判読することができた場と数値地形解析のみでは海底段丘を判読することが困難であった場が存在した。大まかに言えば、前者に相当する場は、傾斜1°未満の斜面であり、後者に相当する場は、(1) 1本の測線で地形断面を代表させられる解析領域を設定できない、つまり複雑な地形形状をとる場や、(2) 深度・面積変化が相対的に小さいため、深度方向の面積変化のピークがはっきりしない、例えば、傾斜数°以上の斜面に複数段の海底段丘が分布するような場であった。そのため、傾斜1°以上の斜面が広がる大陸棚における海底段丘判読では、アナグリフ画像判読に地形解析を組み合わせた手法の適用が望ましいと結論づけられる。

本報告は経済産業省資源エネルギー庁委託事業「平成30年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（沿岸部処分システム高度化開発）」の成果の一部である。

キーワード：地層処分、海底地形、海底段丘、深度面積分布
Keywords: geological disposal, seafloor landform, submerged terrace, depth-area distribution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

内陸部での河川下刻速度の推定技術の高度化に向けた検討ー紀伊半島の事例ー

Advanced examination technique for river erosion in inland area –a case study of the Kii Peninsula, Japan –

*中西 利典[1]、小松 哲也[1]、小形 学[1]、細矢 卓志[2]、加賀 匠[2]
*Nakanishi Toshimichi[1], Tetsuya Komatsu[1], Manabu Ogata[1], Takashi Hosoya[2], Takumi Kaga[2]

1. 日本原子力研究開発機構、2. 中央開発株式会社
1. Japan Atomic Energy Agency, 2. Chuo Kaihatsu Corporation

内陸部の河成段丘の乏しい地域において適用できる河川下刻速度の推定手法の一つに、穿入蛇行の跡痕地形である環流旧河谷に着目した方法（安江ほか、2014）が提示されている。しかし、1) 離水時期の編年は十分ではなく、2) 複数の環流旧河谷への手法の適用性も確認されていない。そこで、これらの課題の克服を目指して、環流旧河谷の発達が良い紀伊半島の十津川流域を事例地域として下記の研究開発を実施した。本研究開発は、過去数十万年前以前からの隆起・侵食を把握するための技術の拡充という観点から、地層処分などのサイト選定や安全評価に資するものである。

十津川沿いに分布する環流旧河谷のうち、河床からの比高が100～120 m程度の環流旧河谷に残された平坦面を対象に、長石を用いた光ルミネッセンス年代測定の一種であるpIRIRに適した試料の採取と旧河床高度の認定を目的としたボーリングコア掘削を4か所で実施した。また、環流旧河谷の離水時期を制約するために、環流旧河谷の下流で河床からの比高が40～50 mの河成段丘2地点からpIRIR年代測定や宇宙線生成核種（TCN）年代測定、微化石・テフラ分析のための試料を採取した。さらに、河口付近の海成段丘を構成する標高40 mの露頭からpIRIR年代測定や微化石分析のための試料を採取した。

十津川の本流によって形成されたと考えられる斜交葉理を伴う砂層や円礫まじりの砂礫層が得られたのは、河床からの比高が100 m程度の環流旧河谷1か所のみであった。その他の掘削地点では、風化皮膜の発達した角礫を含む砂礫層が主体であり、それらには泥層や基質支持層が挟在した。これらは、環流旧河谷を埋積した斜面堆積物であると考えられる。また、特に注目すべき点は、河床からの比高が110 m程度の環流旧河谷において、本流によって形成されたと考えられる砂層や円礫を伴う砂礫層が地表から54 m掘削しても確認できなかったことである。これは、環流旧河谷に残された平坦面の標高を旧河床の高さとして読み替えられない場合があることを示す。

今後、上述のコア試料および露頭から採取した砂層においてpIRIRやTCN年代測定を実施して、離水時期を定量的に検討する予定である．また、泥質な層準において火山灰や微化石分析を実施することによって、離水時期を補足的に検討する。上記の結果を統合して、内陸部の河成段丘の乏しい地域において適用できる河川下刻速度の推定手法の構築を目指す。

謝辞：本報告は経済産業省資源エネルギー庁委託事業「平成30年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（地層環境長期安定性評価技術高度化研究）」の成果の一部である。

参考文献：

安江健一・高取亮一・谷川晋一・二ノ宮淳・棚瀬充史・古澤　明・田力正好（2014）内陸部における侵食速度の指標に関する検討：環流丘陵を伴う旧河谷を用いた研究．地質学雑誌，120(12)，435-445.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：段丘、環流旧河谷、編年、第四紀後期、紀伊半島
Keywords: Terrace, Detached meander core, Chronology, Late Quaternary, Kii Peninsula

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

石英の水和反応に関する水熱実験：自然現象に対する新たな年代測定手法の開発に向けて

Hydrothermal experiment on quartz hydration: Toward a development of new dating method for natural phenomena

*丹羽 正和[1]、島田 耕史[1]
*Masakazu Niwa[1], Koji Shimada[1]

1. 日本原子力研究開発機構
1. Japan Atomic Energy Agency

火山・火成活動、地震・断層活動、隆起・侵食などの様々な自然現象の影響を把握することは、原子力施設などの重要建造物の安全評価、ひいては地層処分などにおけるサイト選定にとっても非常に重要である。本研究では、これら自然現象の変動の履歴や現象プロセスを明らかにするための新たな年代測定手法の開発のため、石英の水和反応に着目した検討を行った。

石英は地殻浅部に普遍的に存在する安定な鉱物であるが、非常に遅い速度ではあるものの水が石英中に拡散し、石英表面に水和層が形成されることが知られている。考古学分野では、この水和層の厚さに基づく年代測定手法も提案されている（例えば、Ericson et al., 2004, J. Archaeol. Sci.; Calligaro et al., 2009, Appl. Phys. A）。この石英水和層を用いた年代測定法が地質試料に対しても適用できれば、例えば次のようなことへの反映が期待できる。1) 化石やテフラなどの年代指標に乏しい砂礫層への適用による堆積年代の推定、2) 断層破砕帯物質への適用による断層の活動時期の推定、3) 熱水脈や周辺母岩への適用による熱水活動の温度や継続時間などの推定。本研究ではまず、水和層の形成条件や速度を把握するため、花崗岩（白亜紀後期の江若花崗岩）中の石英粒子を対象として、含水下で100時間、指定の温度（150℃または250℃）・圧力（9.8 MPaまたは25.5 MPa）を加えた水熱実験を行った。さらに、実験後の石英の水和層厚さの測定として、二次イオン質量分析（SIMS）で水素イオン濃度の深さ方向の変化を調べた。

試料はB級の岩盤等級に属する新鮮な花崗岩で、15×15×3 mm角に切り出し、鏡面研磨して実験に供した。水熱実験は二酸化炭素加圧（pH3.2～3.6の酸性条件）と窒素加圧の2ケースで実施した。水熱実験後、鏡面研磨した面の石英の部分にSIMSでCsイオンビームを照射し、二次イオンとして検出される水素イオン強度の深度プロファイルを測定した。水素イオン濃度は、SiO_2標準試料により定量した。

SIMS分析の結果、250℃、25.5 MPa（地下1 kmでの静岩圧に相当）の条件においてのみ表面から約2 μmまでの深さで水素イオン濃度の明瞭な増加が認められた。また、窒素加圧よりも二酸化炭素加圧のケースの方が水素イオン濃度の増加の程度が大きかった。Ericson et al. (2004)に基づき、水素イオン濃度の深度プロファイルを相補誤差関数でフィッティングして求めた水和反応の拡散係数は、考古学試料や人工の石英結晶から得られたそれと調和的な値を示した。アレニウス則により外挿して得られる常温での拡散係数から推定すると、水和層の発達が1万年で最大数μm程度になる場合もあることが期待される。したがって、地質試料に対してもSIMSを用いた同様の測定による石英水和層を用いた年代測定法が適用できる可能性がある。ただし今後、様々な形状を示す実際の地質試料に対し、初期状態を壊すことなく水平面を確保して精度よく測定する手法の構築が課題の一つとなる。

一方、150℃の条件で水素イオン濃度の明瞭な増加が認められなかったのは、アレニウス則から導かれる拡散係数から推定すると、100時間程度の時間ではSIMSで明瞭に検知できるほどの水和層が形成されなかったためと考えられる。

本報告は経済産業省資源エネルギー庁委託事業「平成30年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（地質環境長期安定性評価技術高度化開発）」の成果の一部である。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：自然現象、石英、水和、水熱実験、年代測定
Keywords: natural phenomena, quartz, hydration, hydrothermal experiment, dating

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

花崗岩中の物質移行特性評価のための実効拡散係数と空隙率
Diffusion Coefficient and Porosity of Granite for Evaluation of Mobility Parameter

*福田 健二[1]、村上 裕晃[1]、板井 香織[2]、石橋 正祐紀[1]、笹尾 英嗣[1]
*Kenji Fukuda[1], Hiroaki Murakami[1], Kaori Itai[2], Masayuki Ishibashi[1], Eiji Sasao[1]

1. 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、2. 株式会社シーテック
1. Japan Atomic Energy Agency, 2. C･TECH corporation

背景・目的

花崗岩に代表される結晶質岩では，地下水は主に割れ目中を流動するが，地下水の流動速度が非常に遅い場合，地下水中の溶存物質は濃度勾配により割れ目周辺の岩盤へ拡散（マトリクス拡散）し，溶存物質の移動が遅延される。そのため，マトリクス拡散は岩盤中における元素の物質移行挙動を評価する上で重要な現象である。我々はこれまで，岐阜県の土岐花崗岩を対象に，健岩部であっても数十μm程度の微小な空隙が存在し，その空隙が物質移動を抑制する可能性があること（石橋ほか, 2016）や，薄片写真を画像解析して得られる二次元的な空隙率（P_{2D}）が，透過拡散試験で求めたフルオレセインナトリウム（以下「ウラニン」）の実効拡散係数（De）と良い相関があること（石橋, 2017）を見出した。本研究では，土岐花崗岩および日本各地の花崗岩(稲田花崗岩，万成花崗岩，丹沢石英閃緑岩，武節花崗岩，黒髪島花崗岩)の合計13試料を対象に透過拡散試験を実施し，健岩部におけるマトリクス拡散の拡散速度(実効拡散係数)と薄片観察より求めた空隙率の関係性について検討した。

実験方法

透過拡散 (through-diffusion)試験では，岩石試料をφ25 mm, 厚さを5 mmの円柱状に切断・研磨したうえで高濃度側と低濃度側の2つのリザーバーの間に固定した。高濃度側リザーバーには，トレーサーとして塩化ルビジウム(RbCl), 塩化バリウム($BaCl_2$)を各1 mmol L^{-1}, ウラニン ($C_{20}H_{10}Na_2O_5$)を500 mg L^{-1}を含む溶液を, 低濃度リザーバーには超純水をそれぞれ100 mLになるように満たした。溶液中の濃度変化は，高濃度側リザーバーから0.1mL, 低濃度側リザーバーから5mL溶液を分取し測定した。なお低濃度リザーバーから溶液を分取した後は水頭差が出ないよう5 mL超純水を添加し，希釈されたトレーサー濃度は計算で補正した。採取した溶液試料は蛍光光度計(Trilogy Laboratory Fluorometer)，ICP-MS(Agilent 7700x)にて測定した。実効拡散係数は，低濃度側リザーバーのサンプリング時間に対する濃度変化のグラフ（破過曲線）を作成し，定常状態にあると考えられるプロットの傾きから算出した。また，供試体近傍の岩片から作製した薄片を実体蛍光顕微鏡で観察し，薄片写真を解析して二次元的な空隙率(P_{2D})を算出した。

結果

透過拡散試験で得られた各花崗岩のウラニンの実効拡散係数は10^{-15}～10^{-12} m^2s^{-1}オーダー，空隙率（P_{2D}）は0.002～5%であった。図1に本実験による結果および既往の研究結果(石橋, 2017)を引用し，空隙率と実効拡散係数の関係を示す。空隙率(P_{2D})が1%を超える試料についてみると，空隙率(P_{2D})とウラニンの実効拡散係数には，正の相関があるように見受けられる（決定係数(R^2)は0.36程度）。このことは，土岐花崗岩以外の花崗岩においても，空隙率P_{2D}から実効拡散係数を概算できる可能性があることを示している。一方で，P_{2D}が1%を下回る試料は，この傾向から外れた値をとる。P_{2D}の値は試料の空隙のサイズ分布や解析用画像の解像度に依存するため，今後は薄片観察やSEM観察を行うとともに，高解像度の画像解析を実施し，低空隙率の試料に対するP_{2D}法の適用性を検討する必要がある。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

参考文献

石橋正祐紀ほか, 深部結晶質岩マトリクス部における微小移行経路と元素拡散現象の特徴，原子力バックエンド研究, vol.23, pp.121-130 (2016).
石橋正祐紀, 結晶質岩における物質移動モデル化技術の新展開 －花崗岩中の空隙構造の分布に関する研究－, 「平成28年度 東濃地科学センター 地層科学研究 情報・意見交換会」資料集, p.16 (2017).

キーワード：花崗岩、実効拡散係数、ウラニン、空隙率
Keywords: granite, Effective diffusion coefficient, uranine, porosity

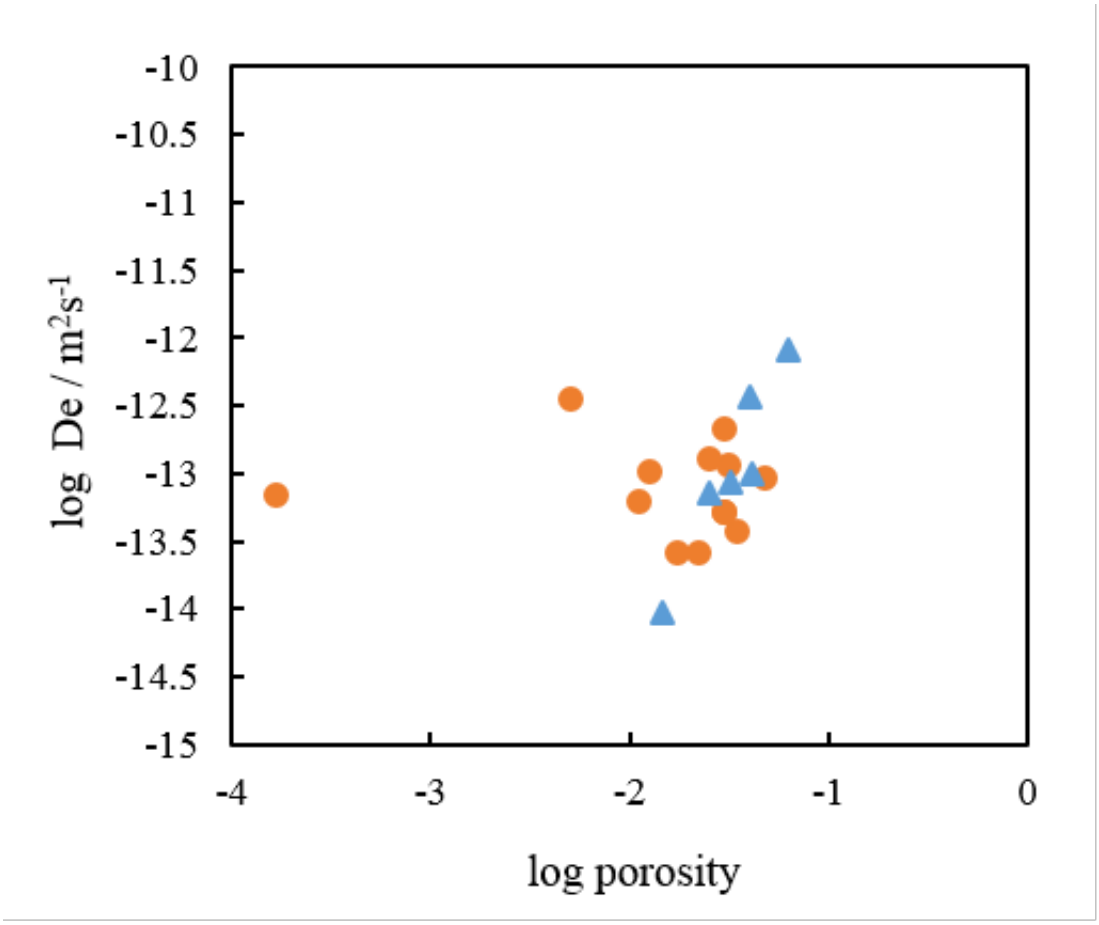


Figure 1 Relationship of logarithmic value of effective diffusion coefficient of uranine versus logarithmic value of the porosity. ●: This work and ▲: Reference value (Ishibashi, 2017).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

坑道スケールの水みち割れ目とその周辺マトリクスの水理地質構造
Hydrogeological structure of hydraulic conductive fractures in gallery scale and their rock matrix

*濱田 藍[1]
*Ai Hamada[1]

1. 一般財団法人　電力中央研究所
1. Central Research Institute of Electric Power Industry

高レベル放射性廃棄物の地層処分においては，地下水が物質移行の主要な媒体となり，岩盤中の割れ目内を流動する。その過程で、放射性核種は割れ目周辺の岩石マトリクス中の微細な間隙へ長い時間をかけて拡散・収着し、その移行は遅延すると考えられている。岩盤が構造運動や熱水変質を被ると、岩石組織の破砕や2次鉱物の生成により間隙構造は変化し、地下水の流れや物質移行に影響する。よって花崗岩などの結晶質岩中の水の流れと物質移行を把握するためには，割れ目の水理・地質学的な連続性とその周辺マトリクスにおける間隙特性を明らかにし，両者の分布と構造を理解することが重要である。電力中央研究所では、瑞浪超深地層研究所に分布する土岐花崗岩を対象とした水みち割れ目の調査手法の高度化に取り組むため、これまで深度300mボーリング横坑西側岩盤に向けて複数のボーリングを掘削し、孔間において水みちとなっている割れ目の分布とその周辺マトリクスの微細間隙構造を調査してきた。その結果、坑道西側数十ｍの範囲における主要な水みち割れ目は，NW走向高角度傾斜割れ目であり、それらの間を低角度傾斜の割れ目が繋いでいた。前者の割れ目の特徴は，方解石を主とした割れ目充填鉱物を伴いマトリクスが緑泥石による充填と強変質を伴うものおよびカタクラスティックな組織と花崗岩との境界に沿って形成される充填鉱物の少ないものがあった。透水量係数はともに10^{-7}-$10^{-5}m^2$/sと周辺岩盤より大きい値が計測された。今年度は、研究坑道の東側岩盤を調査範囲とし、孔長約40mのボーリング孔2本（孔口間の距離は6m）の孔間における水みち割れ目を調査している。各ボーリングコアの割れ目密度を比較すると、西側の孔では最大15本/m程度に対して、東側の孔ではそれ以上の密度を示す箇所が頻出する。また東側は割れ目を方解石脈や粘土鉱物が充填し、割れ目周辺マトリクスは変質を伴う。東側の掘削時の湧水量は、双方ともに25mabh以深の割れ目密度の高い箇所で増加する傾向にある。しかし、割れ目密度が高い箇所でも、変質を伴い湧水量が少ない箇所があることから、変質によって生じた粘土鉱物が割れ目を充填することで、割れ目の透水性が低下し、湧水量が少なくなったと考えられる。2孔のうち、湧水量の多い孔のボアホールテレビ観察によると、NW走向高角度傾斜割れ目、NE走向高角度傾斜割れ目および低傾斜の割れ目が分布し、坑道西側の割れ目と同様の方向の卓越を呈する。湧水を伴う割れ目の特徴は、坑道西側と同様、NW走向高角度傾斜割れ目に方解石もしくは緑泥石の充填を伴うものおよびカタクラスティックな組織を伴い充填鉱物に乏しいものがあった。低傾斜の割れ目では割れ目周辺マトリクスの変質や充填鉱物に乏しいという特徴がみられた。一方、NE走向高角度傾斜割れ目は充填鉱物を伴い、割れ目周辺マトリクスの変質も伴っている。そのほか坑道東側には、割れ目が分離面とならず、部分的な閉口部分と開口部分とが並存している箇所が見られた。この割れ目をX線CTスキャナーにより撮影した結果、周辺よりも高輝度な（より密度の高い）鉱物が割れ目を充填していると同時に、所々空隙も認められ、鉱物が割れ目を完全には充填していない様子が観察できた。このような不完全な鉱物充填は、鉱物溶解による割れ目の開口過程もしくは鉱物沈殿による割れ目の閉塞過程のどちらかであり、割れ目の透水性の変化を考える上で重要な知見である可能性がある。本稿では、湧水量の少ないボーリング孔の調査結果とともに、深度300mの調査箇所の水理地質構造について報告する。なお、本研究の内容は、経済産業省資源エネルギー庁より（一財）電力中央研究所が受託した「岩盤中地下水流動評価技術高度化開発」の成果の一部である。また、（国研）日本原子力研究開発機構との共同研究の一部として実施した。

キーワード：高レベル放射性廃棄物、微細間隙構造、X線CTスキャナー、土岐花崗岩、瑞浪超深地層研究所

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: high-level radioactive waste, microstructure, X-ray CT scannar, Toki Granite, Mizunami Underground Laboratory

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_18

[H-CG31] 原子力と地球惑星科学

コンビーナ:笹尾 英嗣(国立研究開発法人日本原子力研究開発機構　東濃地科学センター)、幡谷 竜太(一般財団法人　電力中央研究所)、竹内 真司(日本大学文理学部地球科学科)

原子力の平和利用は，エネルギー問題や環境問題等を解決するための糸口になると考えられるが、その一方で，福島第一原子力発電所事故を契機として，原子力施設の耐震安全性，放射性物質の環境動態や放射性廃棄物の処理・処分等の諸問題が顕在化している。また，2017年には高レベル放射性廃棄物地層処分に係る「科学的特性マップ」が公表され，2018年からは同マップに関する対話型全国説明会が開催されるなど，国を中心に地層処分への理解促進に向けた動きが進められ，原子力に対する地球惑星科学に関わる研究者・技術者の説明責任も大きくなっている。本セッションでは，放射性廃棄物の処分に主軸を置き，地層処分や中深度処分の安全性に大きな影響を与える可能性がある，地質環境特性，微生物－核種相互作用，鉱物－水相互作用，セメント－地下水相互作用などに関する発表を広く募集する。加えて，原子力発電所敷地内の活断層やセシウム等の放射性核種の環境動態、汚染除去土壌の減容・再利用など，原子力と地球惑星科学に関連するテーマの発表も歓迎する。これらの発表によって，理学・工学，社会科学といった異文化の交流や協働を促進することを目指す。

[HCG31-P01] 数値地形解析による海底段丘判読の高度化

*日浦 祐樹[1]、小松 哲也[1]、須貝 俊彦[2] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、2. 東京大学大学院新領域創成科学研究科)

[HCG31-P02] 内陸部での河川下刻速度の推定技術の高度化に向けた検討－紀伊半島の事例－

*中西 利典[1]、小松 哲也[1]、小形 学[1]、細矢 卓志[2]、加賀 匠[2] (1.日本原子力研究開発機構、2.中央開発株式会社)

[HCG31-P03] 石英の水和反応に関する水熱実験：自然現象に対する新たな年代測定手法の開発に向けて

*丹羽 正和[1]、島田 耕史[1] (1.日本原子力研究開発機構)

[HCG31-P04] 花崗岩中の物質移行特性評価のための実効拡散係数と空隙率

*福田 健二[1]、村上 裕晃[1]、板井 香織[2]、石橋 正祐紀[1]、笹尾 英嗣[1] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、2.株式会社シーテック)

[HCG31-P05] 坑道スケールの水みち割れ目とその周辺マトリクスの水理地質構造

*濱田 藍[1] (1.一般財団法人　電力中央研究所)

数値地形解析による海底段丘判読の高度化
Better identification of submerged terraces based on digital terrain analysis

*日浦 祐樹[1]、小松 哲也[1]、須貝 俊彦[2]
*Hiura Yuki[1], Tetsuya Komatsu[1], Toshihiko Sugai[2]

1. 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、2. 東京大学大学院新領域創成科学研究科
1. Japan Atomic Energy Agency, 2. Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo

海域を含む沿岸部において隆起量や侵食量を評価するためには、現在の陸域のみならず氷期に広く陸化する大陸棚においても、地殻変動と侵食の指標となる地形の分布やその特徴を把握しておくことが重要である。しかし、深度分布パターンから海底における地殻変動を読み取れる可能性がある海底段丘については、それらの正確な分布把握が課題となっている。そこで本研究では、数値地形解析に基づく海底段丘判読の高度化を検討した。

数値地形解析では、対象海域の海岸線に直交する方向に矩形の解析領域を設定し、その中の深度・面積分布のパターンを読み取った。深度・面積分布にみられるピークは、その深度に平坦面ないしは緩傾斜な斜面が存在することを示し、谷はその深度の面積が狭い、すなわち急斜面が存在することを示す。つまり、深度・面積分布におけるピークの立ち上がり深度は、海底段丘の後面段丘崖基部（遷緩線）とみなせる。数値地形解析には、海底地形デジタルデータ（M7000シリーズ）から作成した90 mメッシュの数値標高モデルを使用した。

日本列島の18海域を対象に数値地形解析を行った。数値地形解析に基づく判読結果とアナグリフ画像判読の結果とを比較すると、数値地形解析から新たに海底段丘を判読することができた場と数値地形解析のみでは海底段丘を判読することが困難であった場が存在した。大まかに言えば、前者に相当する場は、傾斜1°未満の斜面であり、後者に相当する場は、(1) 1本の測線で地形断面を代表させられる解析領域を設定できない、つまり複雑な地形形状をとる場や、(2) 深度・面積変化が相対的に小さいため、深度方向の面積変化のピークがはっきりしない、例えば、傾斜数°以上の斜面に複数段の海底段丘が分布するような場であった。そのため、傾斜1°以上の斜面が広がる大陸棚における海底段丘判読では、アナグリフ画像判読に地形解析を組み合わせた手法の適用が望ましいと結論づけられる。

本報告は経済産業省資源エネルギー庁委託事業「平成30年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（沿岸部処分システム高度化開発）」の成果の一部である。

キーワード：地層処分、海底地形、海底段丘、深度面積分布
Keywords: geological disposal, seafloor landform, submerged terrace, depth-area distribution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

内陸部での河川下刻速度の推定技術の高度化に向けた検討ー紀伊半島の事例ー

Advanced examination technique for river erosion in inland area –a case study of the Kii Peninsula, Japan –

*中西 利典[1]、小松 哲也[1]、小形 学[1]、細矢 卓志[2]、加賀 匠[2]
*Nakanishi Toshimichi[1], Tetsuya Komatsu[1], Manabu Ogata[1], Takashi Hosoya[2], Takumi Kaga[2]

1. 日本原子力研究開発機構、2. 中央開発株式会社
1. Japan Atomic Energy Agency, 2. Chuo Kaihatsu Corporation

内陸部の河成段丘の乏しい地域において適用できる河川下刻速度の推定手法の一つに、穿入蛇行の跡痕地形である環流旧河谷に着目した方法（安江ほか、2014）が提示されている。しかし、1) 離水時期の編年は十分ではなく、2) 複数の環流旧河谷への手法の適用性も確認されていない。そこで、これらの課題の克服を目指して、環流旧河谷の発達が良い紀伊半島の十津川流域を事例地域として下記の研究開発を実施した。本研究開発は、過去数十万年前以前からの隆起・侵食を把握するための技術の拡充という観点から、地層処分などのサイト選定や安全評価に資するものである。

十津川沿いに分布する環流旧河谷のうち、河床からの比高が100～120 m程度の環流旧河谷に残された平坦面を対象に、長石を用いた光ルミネッセンス年代測定の一種であるpIRIRに適した試料の採取と旧河床高度の認定を目的としたボーリングコア掘削を4か所で実施した。また、環流旧河谷の離水時期を制約するために、環流旧河谷の下流で河床からの比高が40～50 mの河成段丘2地点からpIRIR年代測定や宇宙線生成核種（TCN）年代測定、微化石・テフラ分析のための試料を採取した。さらに、河口付近の海成段丘を構成する標高40 mの露頭からpIRIR年代測定や微化石分析のための試料を採取した。

十津川の本流によって形成されたと考えられる斜交葉理を伴う砂層や円礫まじりの砂礫層が得られたのは、河床からの比高が100 m程度の環流旧河谷1か所のみであった。その他の掘削地点では、風化皮膜の発達した角礫を含む砂礫層が主体であり、それらには泥層や基質支持層が挟在した。これらは、環流旧河谷を埋積した斜面堆積物であると考えられる。また、特に注目すべき点は、河床からの比高が110 m程度の環流旧河谷において、本流によって形成されたと考えられる砂層や円礫を伴う砂礫層が地表から54 m掘削しても確認できなかったことである。これは、環流旧河谷に残された平坦面の標高を旧河床の高さとして読み替えられない場合があることを示す。

今後、上述のコア試料および露頭から採取した砂層においてpIRIRやTCN年代測定を実施して、離水時期を定量的に検討する予定である．また、泥質な層準において火山灰や微化石分析を実施することによって、離水時期を補足的に検討する。上記の結果を統合して、内陸部の河成段丘の乏しい地域において適用できる河川下刻速度の推定手法の構築を目指す。

謝辞：本報告は経済産業省資源エネルギー庁委託事業「平成30年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（地層環境長期安定性評価技術高度化研究）」の成果の一部である。

参考文献：

安江健一・高取亮一・谷川晋一・二ノ宮淳・棚瀬充史・古澤　明・田力正好（2014）内陸部における侵食速度の指標に関する検討：環流丘陵を伴う旧河谷を用いた研究．地質学雑誌，120(12)，435-445.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：段丘、環流旧河谷、編年、第四紀後期、紀伊半島
Keywords: Terrace, Detached meander core, Chronology, Late Quaternary, Kii Peninsula

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

石英の水和反応に関する水熱実験：自然現象に対する新たな年代測定手法の開発に向けて

Hydrothermal experiment on quartz hydration: Toward a development of new dating method for natural phenomena

*丹羽 正和[1]、島田 耕史[1]
*Masakazu Niwa[1], Koji Shimada[1]

1. 日本原子力研究開発機構
1. Japan Atomic Energy Agency

火山・火成活動、地震・断層活動、隆起・侵食などの様々な自然現象の影響を把握することは、原子力施設などの重要建造物の安全評価、ひいては地層処分などにおけるサイト選定にとっても非常に重要である。本研究では、これら自然現象の変動の履歴や現象プロセスを明らかにするための新たな年代測定手法の開発のため、石英の水和反応に着目した検討を行った。

石英は地殻浅部に普遍的に存在する安定な鉱物であるが、非常に遅い速度ではあるものの水が石英中に拡散し、石英表面に水和層が形成されることが知られている。考古学分野では、この水和層の厚さに基づく年代測定手法も提案されている（例えば、Ericson et al., 2004, J. Archaeol. Sci.; Calligaro et al., 2009, Appl. Phys. A）。この石英水和層を用いた年代測定法が地質試料に対しても適用できれば、例えば次のようなことへの反映が期待できる。1) 化石やテフラなどの年代指標に乏しい砂礫層への適用による堆積年代の推定、2) 断層破砕帯物質への適用による断層の活動時期の推定、3) 熱水脈や周辺母岩への適用による熱水活動の温度や継続時間などの推定。本研究ではまず、水和層の形成条件や速度を把握するため、花崗岩（白亜紀後期の江若花崗岩）中の石英粒子を対象として、含水下で100時間、指定の温度（150℃または250℃）・圧力（9.8 MPaまたは25.5 MPa）を加えた水熱実験を行った。さらに、実験後の石英の水和層厚さの測定として、二次イオン質量分析（SIMS）で水素イオン濃度の深さ方向の変化を調べた。

試料はB級の岩盤等級に属する新鮮な花崗岩で、15×15×3 mm角に切り出し、鏡面研磨して実験に供した。水熱実験は二酸化炭素加圧（pH3.2～3.6の酸性条件）と窒素加圧の2ケースで実施した。水熱実験後、鏡面研磨した面の石英の部分にSIMSでCsイオンビームを照射し、二次イオンとして検出される水素イオン強度の深度プロファイルを測定した。水素イオン濃度は、SiO_2標準試料により定量した。

SIMS分析の結果、250℃、25.5 MPa（地下1 kmでの静岩圧に相当）の条件においてのみ表面から約2 μmまでの深さで水素イオン濃度の明瞭な増加が認められた。また、窒素加圧よりも二酸化炭素加圧のケースの方が水素イオン濃度の増加の程度が大きかった。Ericson et al. (2004)に基づき、水素イオン濃度の深度プロファイルを相補誤差関数でフィッティングして求めた水和反応の拡散係数は、考古学試料や人工の石英結晶から得られたそれと調和的な値を示した。アレニウス則により外挿して得られる常温での拡散係数から推定すると、水和層の発達が1万年で最大数μm程度になる場合もあることが期待される。したがって、地質試料に対してもSIMSを用いた同様の測定による石英水和層を用いた年代測定法が適用できる可能性がある。ただし今後、様々な形状を示す実際の地質試料に対し、初期状態を壊すことなく水平面を確保して精度よく測定する手法の構築が課題の一つとなる。

一方、150℃の条件で水素イオン濃度の明瞭な増加が認められなかったのは、アレニウス則から導かれる拡散係数から推定すると、100時間程度の時間ではSIMSで明瞭に検知できるほどの水和層が形成されなかったためと考えられる。

本報告は経済産業省資源エネルギー庁委託事業「平成30年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（地質環境長期安定性評価技術高度化開発）」の成果の一部である。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：自然現象、石英、水和、水熱実験、年代測定
Keywords: natural phenomena, quartz, hydration, hydrothermal experiment, dating

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

花崗岩中の物質移行特性評価のための実効拡散係数と空隙率
Diffusion Coefficient and Porosity of Granite for Evaluation of Mobility Parameter

*福田 健二[1]、村上 裕晃[1]、板井 香織[2]、石橋 正祐紀[1]、笹尾 英嗣[1]
*Kenji Fukuda[1], Hiroaki Murakami[1], Kaori Itai[2], Masayuki Ishibashi[1], Eiji Sasao[1]

1. 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、2. 株式会社シーテック
1. Japan Atomic Energy Agency, 2. C･TECH corporation

背景・目的

花崗岩に代表される結晶質岩では，地下水は主に割れ目中を流動するが，地下水の流動速度が非常に遅い場合，地下水中の溶存物質は濃度勾配により割れ目周辺の岩盤へ拡散（マトリクス拡散）し，溶存物質の移動が遅延される。そのため，マトリクス拡散は岩盤中における元素の物質移行挙動を評価する上で重要な現象である。我々はこれまで，岐阜県の土岐花崗岩を対象に，健岩部であっても数十μm程度の微小な空隙が存在し，その空隙が物質移動を抑制する可能性があること（石橋ほか, 2016）や，薄片写真を画像解析して得られる二次元的な空隙率（P_{2D}）が，透過拡散試験で求めたフルオレセインナトリウム（以下「ウラニン」）の実効拡散係数（De）と良い相関があること（石橋, 2017）を見出した。本研究では，土岐花崗岩および日本各地の花崗岩(稲田花崗岩，万成花崗岩，丹沢石英閃緑岩，武節花崗岩，黒髪島花崗岩)の合計13試料を対象に透過拡散試験を実施し，健岩部におけるマトリクス拡散の拡散速度(実効拡散係数)と薄片観察より求めた空隙率の関係性について検討した。

実験方法

透過拡散 (through-diffusion)試験では，岩石試料をφ25 mm, 厚さを5 mmの円柱状に切断・研磨したうえで高濃度側と低濃度側の2つのリザーバーの間に固定した。高濃度側リザーバーには，トレーサーとして塩化ルビジウム(RbCl), 塩化バリウム($BaCl_2$)を各1 mmol L^{-1}, ウラニン ($C_{20}H_{10}Na_2O_5$)を500 mg L^{-1}を含む溶液を, 低濃度リザーバーには超純水をそれぞれ100 mLになるように満たした。溶液中の濃度変化は，高濃度側リザーバーから0.1mL, 低濃度側リザーバーから5mL溶液を分取し測定した。なお低濃度リザーバーから溶液を分取した後は水頭差が出ないよう5 mL超純水を添加し，希釈されたトレーサー濃度は計算で補正した。採取した溶液試料は蛍光光度計(Trilogy Laboratory Fluorometer)，ICP-MS(Agilent 7700x)にて測定した。実効拡散係数は，低濃度側リザーバーのサンプリング時間に対する濃度変化のグラフ（破過曲線）を作成し，定常状態にあると考えられるプロットの傾きから算出した。また，供試体近傍の岩片から作製した薄片を実体蛍光顕微鏡で観察し，薄片写真を解析して二次元的な空隙率(P_{2D})を算出した。

結果

透過拡散試験で得られた各花崗岩のウラニンの実効拡散係数は10^{-15}～10^{-12} m^2s^{-1}オーダー，空隙率（P_{2D}）は0.002～5%であった。図1に本実験による結果および既往の研究結果(石橋, 2017)を引用し，空隙率と実効拡散係数の関係を示す。空隙率(P_{2D})が1%を超える試料についてみると，空隙率(P_{2D})とウラニンの実効拡散係数には，正の相関があるように見受けられる（決定係数(R^2)は0.36程度）。このことは，土岐花崗岩以外の花崗岩においても，空隙率P_{2D}から実効拡散係数を概算できる可能性があることを示している。一方で，P_{2D}が1%を下回る試料は，この傾向から外れた値をとる。P_{2D}の値は試料の空隙のサイズ分布や解析用画像の解像度に依存するため，今後は薄片観察やSEM観察を行うとともに，高解像度の画像解析を実施し，低空隙率の試料に対するP_{2D}法の適用性を検討する必要がある。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

参考文献

石橋正祐紀ほか, 深部結晶質岩マトリクス部における微小移行経路と元素拡散現象の特徴，原子力バックエンド研究, vol.23, pp.121-130 (2016).
石橋正祐紀, 結晶質岩における物質移動モデル化技術の新展開 －花崗岩中の空隙構造の分布に関する研究－, 「平成28年度 東濃地科学センター 地層科学研究 情報・意見交換会」資料集, p.16 (2017).

キーワード：花崗岩、実効拡散係数、ウラニン、空隙率
Keywords: granite, Effective diffusion coefficient, uranine, porosity

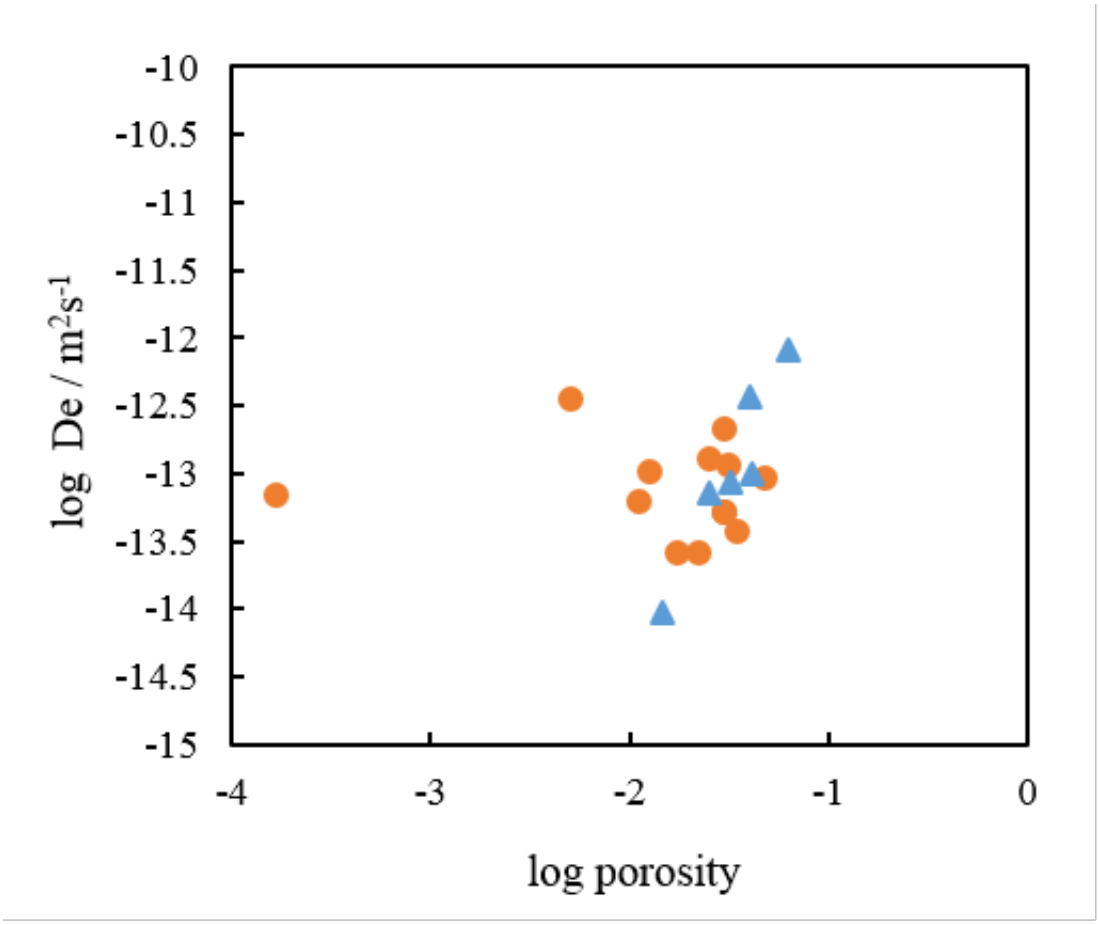


Figure 1 Relationship of logarithmic value of effective diffusion coefficient of uranine versus logarithmic value of the porosity. ●: This work and ▲: Reference value (Ishibashi, 2017).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

坑道スケールの水みち割れ目とその周辺マトリクスの水理地質構造
Hydrogeological structure of hydraulic conductive fractures in gallery scale and their rock matrix

*濱田 藍[1]
*Ai Hamada[1]

1. 一般財団法人　電力中央研究所
1. Central Research Institute of Electric Power Industry

高レベル放射性廃棄物の地層処分においては，地下水が物質移行の主要な媒体となり，岩盤中の割れ目内を流動する。その過程で、放射性核種は割れ目周辺の岩石マトリクス中の微細な間隙へ長い時間をかけて拡散・収着し、その移行は遅延すると考えられている。岩盤が構造運動や熱水変質を被ると、岩石組織の破砕や2次鉱物の生成により間隙構造は変化し、地下水の流れや物質移行に影響する。よって花崗岩などの結晶質岩中の水の流れと物質移行を把握するためには，割れ目の水理・地質学的な連続性とその周辺マトリクスにおける間隙特性を明らかにし，両者の分布と構造を理解することが重要である。電力中央研究所では、瑞浪超深地層研究所に分布する土岐花崗岩を対象とした水みち割れ目の調査手法の高度化に取り組むため、これまで深度300mボーリング横坑西側岩盤に向けて複数のボーリングを掘削し、孔間において水みちとなっている割れ目の分布とその周辺マトリクスの微細間隙構造を調査してきた。その結果、坑道西側数十ｍの範囲における主要な水みち割れ目は，NW走向高角度傾斜割れ目であり、それらの間を低角度傾斜の割れ目が繋いでいた。前者の割れ目の特徴は，方解石を主とした割れ目充填鉱物を伴いマトリクスが緑泥石による充填と強変質を伴うものおよびカタクラスティックな組織と花崗岩との境界に沿って形成される充填鉱物の少ないものがあった。透水量係数はともに10^{-7}-$10^{-5}m^2$/sと周辺岩盤より大きい値が計測された。今年度は、研究坑道の東側岩盤を調査範囲とし、孔長約40mのボーリング孔2本（孔口間の距離は6m）の孔間における水みち割れ目を調査している。各ボーリングコアの割れ目密度を比較すると、西側の孔では最大15本/m程度に対して、東側の孔ではそれ以上の密度を示す箇所が頻出する。また東側は割れ目を方解石脈や粘土鉱物が充填し、割れ目周辺マトリクスは変質を伴う。東側の掘削時の湧水量は、双方ともに25mabh以深の割れ目密度の高い箇所で増加する傾向にある。しかし、割れ目密度が高い箇所でも、変質を伴い湧水量が少ない箇所があることから、変質によって生じた粘土鉱物が割れ目を充填することで、割れ目の透水性が低下し、湧水量が少なくなったと考えられる。2孔のうち、湧水量の多い孔のボアホールテレビ観察によると、NW走向高角度傾斜割れ目、NE走向高角度傾斜割れ目および低傾斜の割れ目が分布し、坑道西側の割れ目と同様の方向の卓越を呈する。湧水を伴う割れ目の特徴は、坑道西側と同様、NW走向高角度傾斜割れ目に方解石もしくは緑泥石の充填を伴うものおよびカタクラスティックな組織を伴い充填鉱物に乏しいものがあった。低傾斜の割れ目では割れ目周辺マトリクスの変質や充填鉱物に乏しいという特徴がみられた。一方、NE走向高角度傾斜割れ目は充填鉱物を伴い、割れ目周辺マトリクスの変質も伴っている。そのほか坑道東側には、割れ目が分離面とならず、部分的な閉口部分と開口部分とが並存している箇所が見られた。この割れ目をX線CTスキャナーにより撮影した結果、周辺よりも高輝度な（より密度の高い）鉱物が割れ目を充填していると同時に、所々空隙も認められ、鉱物が割れ目を完全には充填していない様子が観察できた。このような不完全な鉱物充填は、鉱物溶解による割れ目の開口過程もしくは鉱物沈殿による割れ目の閉塞過程のどちらかであり、割れ目の透水性の変化を考える上で重要な知見である可能性がある。本稿では、湧水量の少ないボーリング孔の調査結果とともに、深度300mの調査箇所の水理地質構造について報告する。なお、本研究の内容は、経済産業省資源エネルギー庁より（一財）電力中央研究所が受託した「岩盤中地下水流動評価技術高度化開発」の成果の一部である。また、（国研）日本原子力研究開発機構との共同研究の一部として実施した。

キーワード：高レベル放射性廃棄物、微細間隙構造、X線CTスキャナー、土岐花崗岩、瑞浪超深地層研究所

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: high-level radioactive waste, microstructure, X-ray CT scannar, Toki Granite, Mizunami Underground Laboratory

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 13:45 ~ 15:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_5

[H-CG34] 原子力災害被災地おける農業再生と風評被害払拭のための教育研究

コンビーナ:溝口 勝(東京大学大学院農学生命科学研究科)

東日本震災以来、さまざまな大学が学生を現場に連れて行き、そこから現場ニーズを拾うことの重要性を気づかせる教育プログラムを実施している。本セッション代表者も、原発事故の3か月後から福島県飯舘村に赴き、NPO法人や農家と協働で独自の活動を展開してきた。本セッションでは、大学の現場教育やフィールド研究を通して観察された学生の意識の変化について報告してもらい、大学の社会的価値のあり方について議論する。

[HCG34-P01] 森林小流域からの懸濁態放射性セシウム負荷量推定に向けた水土砂流出解析

*山崎 琢平[1]、濱本 昌一郎[1]、西村 拓[1] (1.東京大学大学院農学生命科学研究科)

[HCG34-P02] Radiocesium Inter-Annual Variations and Spatial Dynamics in Watershed in Iitate, Fukushima, Japan

*斉藤 真利[1]、大澤 和敏[1]、二瓶 直登[2] (1.宇都宮大学、2.東京大学)

[HCG34-P03] 飯舘村農業再生のための意識の風化払しょくの試み

*西脇 淳子[1]、溝口 勝[2] (1.茨城大学農学部、2.東京大学大学院農学生命科学研究科)

[HCG34-P04] 水田の畦畔や法面に残存する放射性セシウムが周囲の線量や下流環境に及ぼす影響

*吉田 修一郎[1]、西田 和弘[1]、福井 拓[1] (1.東京大学)

森林小流域からの懸濁態放射性セシウム負荷量推定に向けた水土砂流出解析

Calculation of water and sediment discharge from a small forested catchment for evaluating load of the particulate radioactive cesium

*山崎 琢平[1]、濱本 昌一郎[1]、西村 拓[1]
*Takuhei Yamasaki[1], Shoichiro Hamamoto[1], Taku Nishimura[1]

1. 東京大学大学院農学生命科学研究科
1. University of Tokyo

Vast amount of radionuclides was released into the environments by the accident of the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant (FDNPP) on March 2011. By 2018, decontamination of deposited radionuclides in the agricultural and residential areas has completed except for a zone with high air-dose rate near the FDNPP. Forested areas, however, are not planned to decontaminate radionuclides. Hence, dynamics of radionuclides, especially radioactive cesium (RCs), in forests are major concern for not only human health (external exposure), but also recontamination in the decontaminated areas (downstream migration).
Total RCs discharge for a year from the forested areas was generally small, less than 1% of the catchment deposition. However, once a large storm event occurs, RCs adsorbing on the fine sediments such as clay and silt particles and organic matter (called particulate RCs) was eroded and released into the river. Production and movement of particulate RCs were controlled by the soil erosion process, which has been well studied for a long time. Hence, it is expected that RCs discharge from a catchment can be estimated by evaluating the sediment runoff from the catchment. The aim of our study is to verify our hypothesis.

Method
Study site is located at the southeast part of the Iitate village, Fukushima Prefecture. Catchment area is 56 ha. Catchment geology was weathered granite, and whole catchment is covered with mixed forest. At the basin outlet, we measured water runoff and turbidity in every 10 min, and sampled channel water when water level exceeds threshold value due to rainfall events.
We used process based soil erosion model, GeoWEPP (Renschler, 2003), to evaluate sediment yield from the catchment. This model requires four types of input data, climate, topography, land use, and soil data. Climate data was based on the observed temperature and rainfall depth at the study site. The other weather data, daily solar radiation, wind velocity and dew point, was collected from the AMeDAS Iitate or Fukushima. Topography data was made with DEM provided by Geospatial Information Authority of Japan. Land use was set to “forest”, pre-set parameter set in GeoWEPP. Soil hydraulic parameter was fitted to reproduce observed daily direct runoff, since soil erosion mainly occurs during high flow periods just after the rainfall event. Soil erodibility was set as a granitic forest soil and channel calibrated by the gauged station with granitic rock in central Japan. Calibration was done using observed data in 2016, and fitted parameters were validated with 2017 data.

Results and Discussion
GeoWEPP well reproduced the daily channel discharge for most rainfall events in both calibration and validation year. At the typhoon event in 2017, however, model overestimated the observed runoff. This is partly because GeoWEPP is not a flood runoff model.
In calculation, sediment yield at the outlet occurred during middle to large storm events. However,

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

sediment production during small events was not well reproduced, though SS load at the small rainfall event was small for annual total load. Since sediment production process may depend on the scale of the rainfall event, we should set the another soil erodibility to reproduce the sediment production for the small rainfall events.
Sediment production mainly occurred at the channel section. In hillslope section, soil loss area was limited near the channel section. This implies that RCs in most forested areas is immobile due to the low soil erodibility in the forested area. However, once vegetation at the forest floor and surface organic matter were removed by the inappropriate forest management, RCs mobility in the catchment would increase.

キーワード：放射性セシウム、懸濁態、土壌侵食、GeoWEPP
Keywords: radioactive cesium, particulate form, soil erosion, GeoWEPP

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Radiocesium Inter-Annual Variations and Spatial Dynamics in Watershed in Iitate, Fukushima, Japan

*斉藤 真利[1]、大澤 和敏[1]、二瓶 直登[2]
*Saito Mari[1], Kazutoshi Osawa[1], Naoto Nihei[2]

1. 宇都宮大学、2. 東京大学
1. Utsunomiya University, 2. Tokyuo University

A large amount of radiocesium, ^{137}Cs and ^{134}Cs, were released and deposited on the soil surface due to the accident at Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant, FDNPP, due to the Great East Japan Earthquake that occurred on March 11, 2011. Among them, ^{137}Cs is easily absorbed by clay minerals and soil organic matter, and its physical half-life is 30.2 years. ^{137}Cs are redistributed to waterways, rivers, lakes and coastal areas by rainfall-runoff process, so long-term influences on residents' lives and agricultural, forestry and fishery products in the area surrounding the accident are concerned. In order to evaluate the influence of secondary contamination of ^{137}Cs, it is necessary to grasp the temporal and spatial dynamics in the watershed including areas with high ^{137}Cs deposits.

In this study, fixed point observations was conducted on two rivers, Hiso river and Mano river, in Iitate village, Fukushima Prefecture from 2013 to 2018. In addition, multiple observation points were set up in watersheds, and simultaneous water sampling was done at multiple points. We measured SS concentration and ^{137}Cs concentration from water samples, grasped the long-term change in ^{137}Cs runoff, and identified the catchment area where ^{137}Cs runoff was noticeable.

The ^{137}Cs concentration of SS dropped drastically with extreme large flood due to Typhoon Etau in 2015, and the concentration remained low until 2018. The same result was obtained in 2018. In Hiso river, ^{137}Cs concentration of SS in 2018 increased slightly compared to 2017. This is thought to be the effect of the decontamination work in the Nagadoro district.

As a result of simultaneous multipoint observation, spatial distribution of ^{137}Cs concentration in the watershed was changing as merging the branch streams into the main stream. In addition, it was revealed that sediment with high ^{137}Cs concentration flowed in from Nagadoro district where decontamination works was incomplete.

キーワード：セシウム、土壌侵食、経年変化、空間的変動
Keywords: Radiocesium, Soil erosion, Annual Variations, Spatial Dynamics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

飯舘村農業再生のための意識の風化払しょくの試み
Efforts in university to keep consciousness of disaster caused by The Great East Japan Earthquake for resurrection of agriculture at Iitate village

*西脇 淳子[1]、溝口 勝[2]
*Junko NISHIWAKI[1], Masaru Mizoguchi[2]

1. 茨城大学農学部、2. 東京大学大学院農学生命科学研究科
1. College of Agriculture, Ibaraki University, 2. Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

東日本大震災後、農業・農村の復興は徐々に進められてきた。一方、被害の風化、意識の風化というキーワードが用いられるようになっている。震災からの復興にはインフラなどのハード面に加えて、人々の心の復旧が重要である。そのため、被災地域内外で情報を共有し、被災地域の住民が感じる疎外感を取り除くための相互理解を進める必要がある。また、意識の風化を食い止めることは、今後起こり得る災害への防災意識を忘れず、未来への教訓として震災の実情を伝えていくためにも重要である。

そこで、著者らは地元農家の方々や認定NPO法人ふくしま再生の会やとの協力により、福島県外の人が震災の状況を把握できるよう、また、その後の復興に向けた取り組みを実際に感じることができるよう、福島県飯舘村における現地見学会や現場体験企画を行ってきた。特に大学教員という立場から、若い世代に震災の悲惨さ、そこから這い上がる住民の強さを知ってもらい、これからの未来のために何ができるのかを自身の問題として考えてもらうために、学生の現場体験・現地見学への参加を募集するとともに、被災地における専門家の取組みに関する授業のレポートとして、農業分野からできる復興支援を考えてもらう課題を提示するなど、若者の現場意識を高める工夫を行っている。

現場体験企画は2013年から、稲刈りや田植え、水稲の生育調査など、地元農家の方々と一緒に作業をしながら話ができる場を設け、現地見学では地元の方に当時の様子や話をうかがいながら進める場を設けた。授業では、著者の専門分野である土壌物理や農業工学の分野から、被災地である福島県飯舘村の復興においてどのような活動ができるか、土壌吸着等のメカニズムや農業工学的な技術と絡めた放射性物質汚染の浄化手法や対策等を紹介するとともに、他の専門分野の現地での取組み、一般の方々の取組み等、多岐にわたる現場復興支援の取組みを紹介することで、現場での取り組みに関する意識付けを図っている。また、レポート課題としては、被災地の現状と課題を挙げ、農学分野からどのような復興支援ができるかを課している。農業復興のための6次産業化による加工品販売、webを用いた宣伝、通販システムの構築等、若者ならではの意見が出された。本発表では、実際に行った現場体験企画、現地見学会の内容とその参加者の意見や感想、授業内容とその授業を受けた学生からの農業復興への提案、の一部を紹介する。

キーワード：被災地、意識の風化、農学、現地見学
Keywords: disaster area by Great East Japan Earthquake, decreasing of damage consciousness, agriculture, field trip

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

水田の畦畔や法面に残存する放射性セシウムが周囲の線量や下流環境に及ぼす影響

Effects of remaining radiocesium in bunds and slopes of paddy fields on ambient dose and downstream environment.

*吉田 修一郎[1]、西田 和弘[1]、福井 拓[1]
*Yoshida Shuichiro[1], Kazuhiro Nishida[1], Taku Fukui[1]

1. 東京大学
1. The University of Tokyo

After the devastating contamination by radionuclides in Iltate Village, removal of the contaminated surface soil from the farmlands was performed over the village. However, the paddy bunds, banks or slopes of the irrigation/drainage canals have not been subject to the removal of contaminated surface soil because of the cost to recover them. This study aimed to show the quantitative influence of these ‘semi-contaminated ground’ as the source of gamma beam and the contamination of downstream water.

First, we analyzed the dose rates regularly monitored by Iitate village every two weeks since 2011 at 18 points within the village, where the decontamination works were conducted during the period. From the temporal change of the dose rate, the decrease in dose rate due to the decontamination work was evaluated at each point. The spherical views around the monitoring points of dose rate was captured by a 360-degree camera (Ricoh Theta), to evaluate the ratio of solid angle for the contaminated and decontaminated surface. The woods, paddy bunds, banks or slopes were regarded as the contaminated surface, while the buildings, farmlands or paved roads were classified to the decontaminated surface.

The percentage of the dose rate reduction by the decontamination works ranged between 31% and 83% depending on the land use around the points. The dose rate reduction is negatively correlated to the ratio of the solid angle of the contaminated surfaces from the monitoring points. Thus, the bunds, banks, or slopes, where the decontamination have not covered, are functioning as the ambient source of gamma beam to the monitoring points.

Second, we measured radiocesium effluence from the slopes of a drainage canal beside paddy fields in Iitate Village. The four of five slopes were covered with weeds which have been regularly cut; the other is bushed and has trees. The contaminated surface soil of the all slopes was not removed. The total radiocesium inventory estimated by scintillation survey meter ranged between 350 and 400 $kBqm^{-2}$. The radiocesium was mainly distributed within upper 5cm of the mineral soil layer. Metal gutters were installed at the bottom of the slopes, from which the water flowing over the slopes was collected and led to the storing tanks. The water in the tank was collected to the other tanks and taken to the laboratory on 10 Aug. 2018 and 26 Oct 2018. The water samples containing contaminated sediments were filtrated by glass filters with 440 μm opening followed by membrane filter with 0.45 μm opening. The dissolved form of radiocesium in the filtrates were removed by the special cartridge. After drying and weighing, the radiocesium on the filters and cartridges were measured by Ge semi-conductor detector run by RI Research and Education Center in the Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The radiocesium effluence rate from the slopes under 550 mm of total rainfall during the measured period ranged from 0.13 to 1.50 Bqm^{-2}. The effluence rate of suspended particles ranged as little as 0.08 gm^{-2}. Corresponding to this result, the ratio of particulate form of radiocesium tended to be less although the water flow over the slopes probably occurred under the intense rainfalls. Although the measured radiocesium effluence rate was too little to affect the radiocesium concentration in the downstream river water, it should be noted that we should monitor the radiocesium effluence from bared or collapsing slopes which can be the potential source of radiocesium to the downstream area.

キーワード：放射性セシウム、空間線量率、斜面流出
Keywords: Radiocesium, Dose rate, Effluence from slope

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_19

[H-CG34] 原子力災害被災地おける農業再生と風評被害払拭のための教育研究

コンビーナ:溝口 勝(東京大学大学院農学生命科学研究科)

東日本震災以来、さまざまな大学が学生を現場に連れて行き、そこから現場ニーズを拾うことの重要性を気づかせる教育プログラムを実施している。本セッション代表者も、原発事故の3か月後から福島県飯舘村に赴き、NPO法人や農家と協働で独自の活動を展開してきた。本セッションでは、大学の現場教育やフィールド研究を通して観察された学生の意識の変化について報告してもらい、大学の社会的価値のあり方について議論する。

[HCG34-P01] 森林小流域からの懸濁態放射性セシウム負荷量推定に向けた水土砂流出解析

*山崎 琢平[1]、濱本 昌一郎[1]、西村 拓[1] (1.東京大学大学院農学生命科学研究科)

[HCG34-P02] Radiocesium Inter-Annual Variations and Spatial Dynamics in Watershed in Iitate, Fukushima, Japan

*斉藤 真利[1]、大澤 和敏[1]、二瓶 直登[2] (1.宇都宮大学、2.東京大学)

[HCG34-P03] 飯舘村農業再生のための意識の風化払しょくの試み

*西脇 淳子[1]、溝口 勝[2] (1.茨城大学農学部、2.東京大学大学院農学生命科学研究科)

[HCG34-P04] 水田の畦畔や法面に残存する放射性セシウムが周囲の線量や下流環境に及ぼす影響

*吉田 修一郎[1]、西田 和弘[1]、福井 拓[1] (1.東京大学)

森林小流域からの懸濁態放射性セシウム負荷量推定に向けた水土砂流出解析

Calculation of water and sediment discharge from a small forested catchment for evaluating load of the particulate radioactive cesium

*山崎 琢平[1]、濱本 昌一郎[1]、西村 拓[1]
*Takuhei Yamasaki[1], Shoichiro Hamamoto[1], Taku Nishimura[1]

1. 東京大学大学院農学生命科学研究科
1. University of Tokyo

Vast amount of radionuclides was released into the environments by the accident of the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant (FDNPP) on March 2011. By 2018, decontamination of deposited radionuclides in the agricultural and residential areas has completed except for a zone with high air-dose rate near the FDNPP. Forested areas, however, are not planned to decontaminate radionuclides. Hence, dynamics of radionuclides, especially radioactive cesium (RCs), in forests are major concern for not only human health (external exposure), but also recontamination in the decontaminated areas (downstream migration).
Total RCs discharge for a year from the forested areas was generally small, less than 1% of the catchment deposition. However, once a large storm event occurs, RCs adsorbing on the fine sediments such as clay and silt particles and organic matter (called particulate RCs) was eroded and released into the river. Production and movement of particulate RCs were controlled by the soil erosion process, which has been well studied for a long time. Hence, it is expected that RCs discharge from a catchment can be estimated by evaluating the sediment runoff from the catchment. The aim of our study is to verify our hypothesis.

Method
Study site is located at the southeast part of the Iitate village, Fukushima Prefecture. Catchment area is 56 ha. Catchment geology was weathered granite, and whole catchment is covered with mixed forest. At the basin outlet, we measured water runoff and turbidity in every 10 min, and sampled channel water when water level exceeds threshold value due to rainfall events.
We used process based soil erosion model, GeoWEPP (Renschler, 2003), to evaluate sediment yield from the catchment. This model requires four types of input data, climate, topography, land use, and soil data. Climate data was based on the observed temperature and rainfall depth at the study site. The other weather data, daily solar radiation, wind velocity and dew point, was collected from the AMeDAS Iitate or Fukushima. Topography data was made with DEM provided by Geospatial Information Authority of Japan. Land use was set to “forest”, pre-set parameter set in GeoWEPP. Soil hydraulic parameter was fitted to reproduce observed daily direct runoff, since soil erosion mainly occurs during high flow periods just after the rainfall event. Soil erodibility was set as a granitic forest soil and channel calibrated by the gauged station with granitic rock in central Japan. Calibration was done using observed data in 2016, and fitted parameters were validated with 2017 data.

Results and Discussion
GeoWEPP well reproduced the daily channel discharge for most rainfall events in both calibration and validation year. At the typhoon event in 2017, however, model overestimated the observed runoff. This is partly because GeoWEPP is not a flood runoff model.
In calculation, sediment yield at the outlet occurred during middle to large storm events. However,

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

sediment production during small events was not well reproduced, though SS load at the small rainfall event was small for annual total load. Since sediment production process may depend on the scale of the rainfall event, we should set the another soil erodibility to reproduce the sediment production for the small rainfall events.
Sediment production mainly occurred at the channel section. In hillslope section, soil loss area was limited near the channel section. This implies that RCs in most forested areas is immobile due to the low soil erodibility in the forested area. However, once vegetation at the forest floor and surface organic matter were removed by the inappropriate forest management, RCs mobility in the catchment would increase.

キーワード：放射性セシウム、懸濁態、土壌侵食、GeoWEPP
Keywords: radioactive cesium, particulate form, soil erosion, GeoWEPP

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Radiocesium Inter-Annual Variations and Spatial Dynamics in Watershed in Iitate, Fukushima, Japan

*斉藤 真利[1]、大澤 和敏[1]、二瓶 直登[2]
*Saito Mari[1], Kazutoshi Osawa[1], Naoto Nihei[2]

1. 宇都宮大学、2. 東京大学
1. Utsunomiya University, 2. Tokyuo University

A large amount of radiocesium, ^{137}Cs and ^{134}Cs, were released and deposited on the soil surface due to the accident at Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant, FDNPP, due to the Great East Japan Earthquake that occurred on March 11, 2011. Among them, ^{137}Cs is easily absorbed by clay minerals and soil organic matter, and its physical half-life is 30.2 years. ^{137}Cs are redistributed to waterways, rivers, lakes and coastal areas by rainfall-runoff process, so long-term influences on residents' lives and agricultural, forestry and fishery products in the area surrounding the accident are concerned. In order to evaluate the influence of secondary contamination of ^{137}Cs, it is necessary to grasp the temporal and spatial dynamics in the watershed including areas with high ^{137}Cs deposits.

In this study, fixed point observations was conducted on two rivers, Hiso river and Mano river, in Iitate village, Fukushima Prefecture from 2013 to 2018. In addition, multiple observation points were set up in watersheds, and simultaneous water sampling was done at multiple points. We measured SS concentration and ^{137}Cs concentration from water samples, grasped the long-term change in ^{137}Cs runoff, and identified the catchment area where ^{137}Cs runoff was noticeable.

The ^{137}Cs concentration of SS dropped drastically with extreme large flood due to Typhoon Etau in 2015, and the concentration remained low until 2018. The same result was obtained in 2018. In Hiso river, ^{137}Cs concentration of SS in 2018 increased slightly compared to 2017. This is thought to be the effect of the decontamination work in the Nagadoro district.

As a result of simultaneous multipoint observation, spatial distribution of ^{137}Cs concentration in the watershed was changing as merging the branch streams into the main stream. In addition, it was revealed that sediment with high ^{137}Cs concentration flowed in from Nagadoro district where decontamination works was incomplete.

キーワード：セシウム、土壌侵食、経年変化、空間的変動
Keywords: Radiocesium, Soil erosion, Annual Variations, Spatial Dynamics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

飯舘村農業再生のための意識の風化払しょくの試み
Efforts in university to keep consciousness of disaster caused by The Great East Japan Earthquake for resurrection of agriculture at Iitate village

*西脇 淳子[1]、溝口 勝[2]
*Junko NISHIWAKI[1], Masaru Mizoguchi[2]

1. 茨城大学農学部、2. 東京大学大学院農学生命科学研究科
1. College of Agriculture, Ibaraki University, 2. Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

東日本大震災後、農業・農村の復興は徐々に進められてきた。一方、被害の風化、意識の風化というキーワードが用いられるようになっている。震災からの復興にはインフラなどのハード面に加えて、人々の心の復旧が重要である。そのため、被災地域内外で情報を共有し、被災地域の住民が感じる疎外感を取り除くための相互理解を進める必要がある。また、意識の風化を食い止めることは、今後起こり得る災害への防災意識を忘れず、未来への教訓として震災の実情を伝えていくためにも重要である。

そこで、著者らは地元農家の方々や認定NPO法人ふくしま再生の会やとの協力により、福島県外の人が震災の状況を把握できるよう、また、その後の復興に向けた取り組みを実際に感じることができるよう、福島県飯舘村における現地見学会や現場体験企画を行ってきた。特に大学教員という立場から、若い世代に震災の悲惨さ、そこから這い上がる住民の強さを知ってもらい、これからの未来のために何ができるのかを自身の問題として考えてもらうために、学生の現場体験・現地見学への参加を募集するとともに、被災地における専門家の取組みに関する授業のレポートとして、農業分野からできる復興支援を考えてもらう課題を提示するなど、若者の現場意識を高める工夫を行っている。

現場体験企画は2013年から、稲刈りや田植え、水稲の生育調査など、地元農家の方々と一緒に作業をしながら話ができる場を設け、現地見学では地元の方に当時の様子や話をうかがいながら進める場を設けた。授業では、著者の専門分野である土壌物理や農業工学の分野から、被災地である福島県飯舘村の復興においてどのような活動ができるか、土壌吸着等のメカニズムや農業工学的な技術と絡めた放射性物質汚染の浄化手法や対策等を紹介するとともに、他の専門分野の現地での取組み、一般の方々の取組み等、多岐にわたる現場復興支援の取組みを紹介することで、現場での取り組みに関する意識付けを図っている。また、レポート課題としては、被災地の現状と課題を挙げ、農学分野からどのような復興支援ができるかを課している。農業復興のための6次産業化による加工品販売、webを用いた宣伝、通販システムの構築等、若者ならではの意見が出された。本発表では、実際に行った現場体験企画、現地見学会の内容とその参加者の意見や感想、授業内容とその授業を受けた学生からの農業復興への提案、の一部を紹介する。

キーワード：被災地、意識の風化、農学、現地見学
Keywords: disaster area by Great East Japan Earthquake, decreasing of damage consciousness, agriculture, field trip

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

水田の畦畔や法面に残存する放射性セシウムが周囲の線量や下流環境に及ぼす影響

Effects of remaining radiocesium in bunds and slopes of paddy fields on ambient dose and downstream environment.

*吉田 修一郎[1]、西田 和弘[1]、福井 拓[1]
*Yoshida Shuichiro[1], Kazuhiro Nishida[1], Taku Fukui[1]

1. 東京大学
1. The University of Tokyo

After the devastating contamination by radionuclides in Iltate Village, removal of the contaminated surface soil from the farmlands was performed over the village. However, the paddy bunds, banks or slopes of the irrigation/drainage canals have not been subject to the removal of contaminated surface soil because of the cost to recover them. This study aimed to show the quantitative influence of these ‘semi-contaminated ground’ as the source of gamma beam and the contamination of downstream water.

First, we analyzed the dose rates regularly monitored by Iitate village every two weeks since 2011 at 18 points within the village, where the decontamination works were conducted during the period. From the temporal change of the dose rate, the decrease in dose rate due to the decontamination work was evaluated at each point. The spherical views around the monitoring points of dose rate was captured by a 360-degree camera (Ricoh Theta), to evaluate the ratio of solid angle for the contaminated and decontaminated surface. The woods, paddy bunds, banks or slopes were regarded as the contaminated surface, while the buildings, farmlands or paved roads were classified to the decontaminated surface.

The percentage of the dose rate reduction by the decontamination works ranged between 31% and 83% depending on the land use around the points. The dose rate reduction is negatively correlated to the ratio of the solid angle of the contaminated surfaces from the monitoring points. Thus, the bunds, banks, or slopes, where the decontamination have not covered, are functioning as the ambient source of gamma beam to the monitoring points.

Second, we measured radiocesium effluence from the slopes of a drainage canal beside paddy fields in Iitate Village. The four of five slopes were covered with weeds which have been regularly cut; the other is bushed and has trees. The contaminated surface soil of the all slopes was not removed. The total radiocesium inventory estimated by scintillation survey meter ranged between 350 and 400 $kBqm^{-2}$. The radiocesium was mainly distributed within upper 5cm of the mineral soil layer. Metal gutters were installed at the bottom of the slopes, from which the water flowing over the slopes was collected and led to the storing tanks. The water in the tank was collected to the other tanks and taken to the laboratory on 10 Aug. 2018 and 26 Oct 2018. The water samples containing contaminated sediments were filtrated by glass filters with 440 μm opening followed by membrane filter with 0.45 μm opening. The dissolved form of radiocesium in the filtrates were removed by the special cartridge. After drying and weighing, the radiocesium on the filters and cartridges were measured by Ge semi-conductor detector run by RI Research and Education Center in the Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The radiocesium effluence rate from the slopes under 550 mm of total rainfall during the measured period ranged from 0.13 to 1.50 Bqm^{-2}. The effluence rate of suspended particles ranged as little as 0.08 gm^{-2}. Corresponding to this result, the ratio of particulate form of radiocesium tended to be less although the water flow over the slopes probably occurred under the intense rainfalls. Although the measured radiocesium effluence rate was too little to affect the radiocesium concentration in the downstream river water, it should be noted that we should monitor the radiocesium effluence from bared or collapsing slopes which can be the potential source of radiocesium to the downstream area.

キーワード：放射性セシウム、空間線量率、斜面流出
Keywords: Radiocesium, Dose rate, Effluence from slope

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 H (地球人間圏科学)：H-CG 地球人間圏科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | 202 2F

[H-CG34] 原子力災害被災地おける農業再生と風評被害払拭のための教育研究

コンビーナ:溝口 勝(東京大学大学院農学生命科学研究科)、座長:溝口 勝(東京大学)、登尾 浩助(明治大学農学部)

東日本震災以来、さまざまな大学が学生を現場に連れて行き、そこから現場ニーズを拾うことの重要性を気づかせる教育プログラムを実施している。本セッション代表者も、原発事故の3か月後から福島県飯舘村に赴き、NPO法人や農家と協働で独自の活動を展開してきた。本セッションでは、大学の現場教育やフィールド研究を通して観察された学生の意識の変化について報告してもらい、大学の社会的価値のあり方について議論する。

15:30 ~ 15:45

[HCG34-01] 原子力災害被災地おける農業再生と風評被害払拭のための教育研究

*溝口 勝[1] (1.東京大学大学院農学生命科学研究科)

15:45 ~ 16:00

[HCG34-02] 飯舘村「農」の再生に向けて

★招待講演

杉岡 誠[2]、*溝口 勝[1] (1.東京大学大学院農学生命科学研究科、2.飯舘村復興対策課)

16:00 ~ 16:15

[HCG34-03] 土壌分画別セシウム吸収による作物毎の違い

*二瓶 直登[1]、大前 芳美[1]、古川 真[1]、吉田 修一郎[1] (1.東京大学大学院農学生命科学研究科)

16:15 ~ 16:30

[HCG34-04] 福島県飯舘村における山菜とキノコによる農業再生

*登尾 浩助[1]、福山 雄大[2]、藤田 理子[1]、杉野 弘明[2]、溝口 勝[2] (1.明治大学、2.東京大学)

16:30 ~ 16:45

[HCG34-05] 被災地におけるスタディツアーが参加者の抱く訪問先への愛着に与える影響 - 農学部学生を中心とした福島県飯舘村訪問を事例に -

*蛯谷 夏海[1]、溝口 勝[1]、杉野 弘明[1] (1.東京大学大学院農学生命科学研究科)

16:45 ~ 17:00

Discussion

原子力災害被災地おける農業再生と風評被害払拭のための教育研究
Education and research for rehabilitation of agriculture against harmful rumors in nuclear disaster areas

*溝口 勝[1]
*Masaru Mizoguchi[1]

1. 東京大学大学院農学生命科学研究科
1. Graduate school of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

2011年の東日本震災以来、さまざまな大学が学生を現場に連れて行き、そこから現場ニーズを拾うことの重要性を気づかせる教育プログラムを実施している。本セッションコンビーナもまた、原発事故の3か月後から福島県飯舘村に赴き、NPO法人や農家と協働で独自の農地除染法を開発し作物の試験栽培をしてきた。また、2012年から学生の現場見学会を実施して現地訪問前後における学生の意識の変化を目の当たりにしてきた。こうした経験を通して、福島の農業復興には放射能汚染地というハンデにめげずに新しい日本型農業の創設にチャレンジする若者を育成することが必要であるとの考えに至り、2018年度から【大学等の「復興知」を活用した福島イノベーション・コースト構想促進事業】（文部科学省）で「飯舘村における農業再生と風評被害払拭のための教育研究プログラム」を実施している。本セッションではこのプログラムに参加している土壌物理学会関係者に呼びかけ、現場教育やフィールド研究を通して観察された学生の意識の変化について報告してもらい、大学の社会的価値のあり方について議論する。

キーワード：原子力災害、農業再生、風評被害払拭
Keywords: nuclear disaster, agriculture reborn, against harmful rumor

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

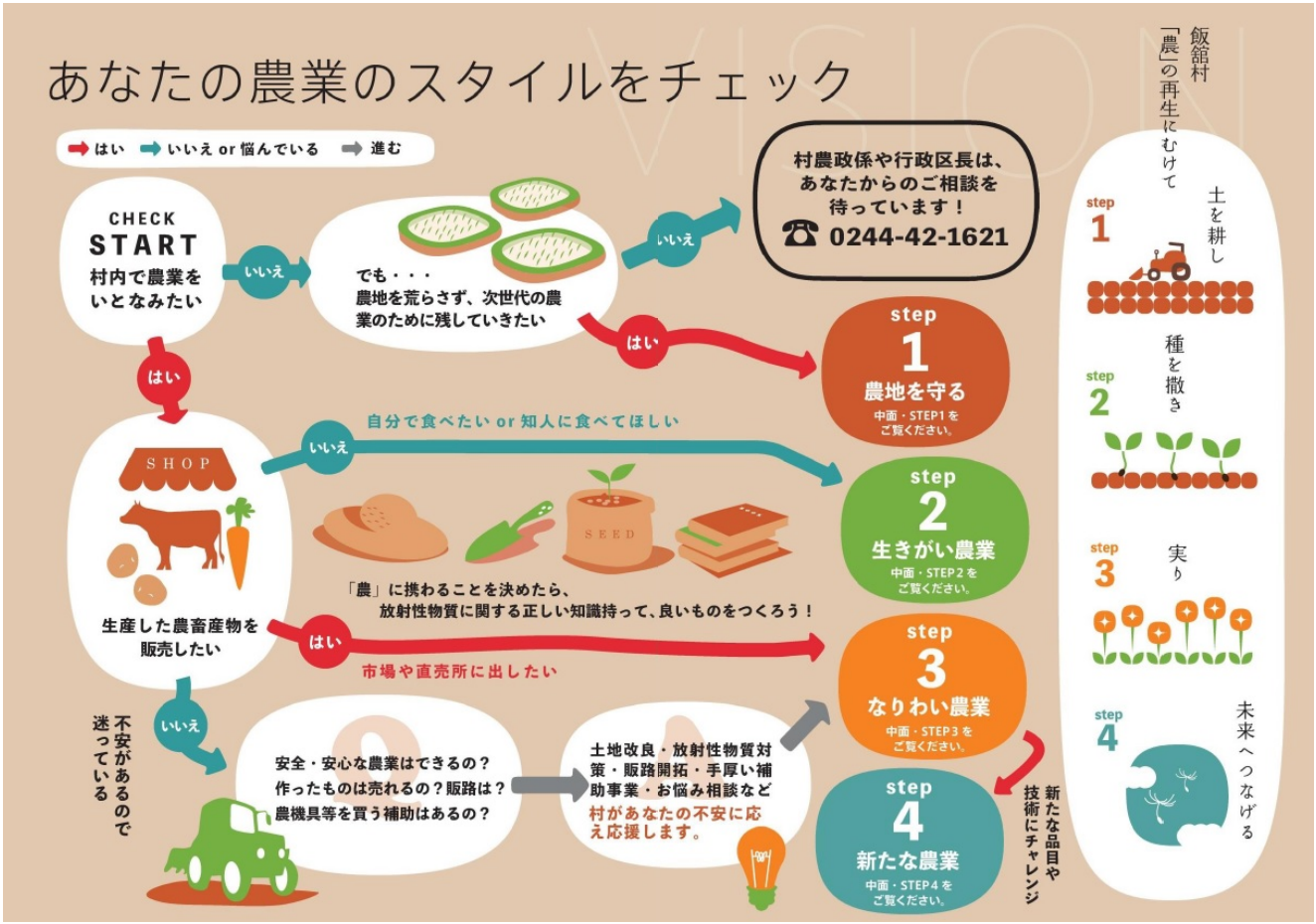
飯舘村「農」の再生に向けて
Towards the reborn of Iitate village 'Agriculture'

杉岡 誠[2]、*溝口 勝[1]
Makoto Sugisoka[2], *Masaru Mizoguchi[1]

1. 東京大学大学院農学生命科学研究科、2. 飯舘村復興対策課
1. Graduate school of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, 2. Division of Reconstruction Measures, Iitate Village

東京電力福島第一原子力発電所の事故で全村民が避難していた飯舘村では平成2017年3月に一部地域を除き避難指示が解除されたが、生活環境の未整備、環境中の放射能への不安から、実際に飯舘村に定住している人は1割以下である。しかしながら、飯舘村役場は農家の希望に応じた４つの農業プラン（農地を守る農業、生きがい農業、なりわい農業、新たな農業）を提案し、「農」の再生に向けて努力している。本発表では、そうした取組を紹介する。

キーワード：飯舘村、農業、再生
Keywords: Iitate Village, agriculture, reborn



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

土壌分画別セシウム吸収による作物毎の違い
Difference among crop species by radiocesium absorption from different soil fractions

*二瓶 直登[1]、大前 芳美[1]、古川 真[1]、吉田 修一郎[1]
*Nihei Naoto[1], Yoshimi Ohmae[1], Makoto Furukawa[1], Syuichiro Yoshida[1]

1. 東京大学大学院農学生命科学研究科
1. The University of Tokyo, Graduate School of Agricultural and Life Sciences

福島第一原子力発電所事故に伴い広範囲に放射性セシウム（^{137}Cs）が降下した．^{137}Csの土壌中での存在形態には，作物が吸収利用しやすいと考えられている土壌分画（イオン交換態や有機物に吸着，f1分画と定義）と，作物が吸収利用しにくいと考えられる土壌分画（強酸抽出とフッ化水素酸による全分解成分，f2分画と定義）がある．どの土壌分画からどれだけ^{137}Csを吸収するかが分かれば，作物のCs吸収特性を把握することができる．しかし，これまで土壌分画ごとの^{137}Cs吸収量を示す手法の研究報告はない．そこで本研究では，作物の^{137}Csを吸収する土壌分画を把握するために，天然に存在する安定同位体セシウム（^{133}Cs）も調査することにより，各土壌分画からの移行係数（TF_{f1}とTF_{f2}と定義）を求めることで，作物中の各土壌分画由来の吸収割合（λ_1とλ_2と定義）と濃度を求めた．

ダイズ，ソバ，イネの3品目を，福島県水田土壌の除染による表土剥ぎによって得られた汚染土壌（^{137}Cs約22 kBq/kg，^{133}Cs約3.4 mg/kg）を用いてポットで30日間栽培し，地上部の^{133}Csと^{137}Cs濃度を測定した．栽培後の土壌を逐次抽出（酢酸アンモニウム抽出，過酸化水素分解，硝酸分解，フッ化水素酸による全分解）し，各土壌分画に含まれる^{133}Csと^{137}Cs濃度を測定した．計算の簡素化のため，土壌分画はf1（酢酸アンモニウム抽出，過酸化水素分解）とf2（硝酸分解，フッ化水素酸による全分解）の2分画に設定した．^{133}Csの測定は，ICP質量分析装置（パーキンエルマー, NexION350S），^{137}Csの測定はNaIシンチレーションカウンター（パーキンエルマー，Wizard）によって測定した．作物が吸収した各土壌分画量の判断は，$^{133}C_{f1}\times TF_{f1} + {}^{133}C_{f2}\times TF_{f2} = {}^{133}C_{作物,}$ $^{137}C_{f1}\times TF_{f1} + {}^{137}C_{f2}\times TF_{f2} = {}^{137}C_{作物}$ によって算出した．ここでC_{f1}またはC_{f2}はf1分画またはf2分画に存在する土壌のCs濃度，TF_{f1}またはTF_{f2}はf1分画またはf2分画土壌から作物へのCs移行係数，$C_{作物}$は作物のCs濃度を示す．

作物によってTF_{f1}とTF_{f2}は異なり，ダイズはf2分画からの吸収がソバよりも高かった．作物の^{137}Cs吸収のうちf1分画からは，ダイズは66 %，ソバは89 %，イネは76 %となり作物間差が確認された．さらに，カリウム施肥によるCs吸収抑制効果が，作物によって異なることが示された．また，作物の吸収特性を知る指標として^{137}Cs/^{133}Cs比を考案し，作物中の^{137}Csと^{133}Csを測定するだけで作物間の吸収能力差を判定した．これら各指標を考案・定義することで，作物の吸収能力を把握することを可能とした．

キーワード：放射性セシウム、土壌分画、ダイズ
Keywords: Radiocesium, soil fraction, soybean

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

福島県飯舘村における山菜とキノコによる農業再生
Wild vegetables and mushrooms retrieving agriculter in Iitate Village, Fukushima Prefecture

*登尾 浩助[1]、福山 雄大[2]、藤田 理子[1]、杉野 弘明[2]、溝口 勝[2]
*Kosuke Noborio[1], Yudai Fukuyama[2], Satoko Fujita[1], Hiroaki Sugino[2], Masaru Mizoguchi[2]

1. 明治大学、2. 東京大学
1. Meiji University, 2. the Univewrsity of Tokyo

山林斜面に生育する山菜やキノコは、将来的には飯舘村の主要な農産物になる可能性がある。 福島第一原子力発電所からの放射性セシウムの降下物は、周辺の地表土壌を汚染した。 汚染された表層土壌の除去は、最近、農地では完了したが、山菜やキノコが生育する森林では実施されていない。 マツタケは、制御された環境下での栽培事例が無いので、日本では貴重な野生キノコの一つである。 マツタケは、飯舘村で農業を再生するための重要な農産物になり得ると考えた。 マツタケの生育環境条件を知るために、リター層の温度と気温を測定した。環境条件の予備結果を報告する。

キーワード：マツタケ、環境測定、土壌環境
Keywords: pine mushroom, sensing environmental factors, soil environment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

被災地におけるスタディツアーが参加者の抱く訪問先への愛着に与える影響 -農学部学生を中心とした福島県飯舘村訪問を事例に-

Effect of Study Tour toward Participants' Attachment on the Study Site - Case Study of University Student Tour to Iitate Village, Fukushiima Prefecture -

*蛯谷 夏海[1]、溝口 勝[1]、杉野 弘明[1]
*Natsumi Ebitani[1], Masaru Mizoguchi[1], Hiroaki Sugino[1]

1. 東京大学大学院農学生命科学研究科
1. Graduate school of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

東日本大震災の被災地での復興が進んでいるが、被害への理解の風化を感じる人は多い。しかし震災を教訓とし、復興後の発展を進めるためには、被災地域外の人に地域の魅力を伝え、交流の機会を作ることが必要である。そこで筆者らは被災地スタディツアーの定期開催を検討している。今年度は2018年10月～11月に、福島県飯舘村を訪問地としたケーススタディとして1泊2日のスタディツアーを3回実施した。ツアー前後には参加者である大学生(計44名)に質問紙調査を実施し、得られた結果を共起ネットワーク分析や因子分析により解析し、本スタディツアーが参加学生の農村への愛着等に対する影響を検証し、今後のスタディツアーについて検討した。

キーワード：スタディツアー、農村交流、地域愛着
Keywords: study tour, rural exchange, place attachment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_4

[S-SS12] 地殻構造

コンビーナ:中東 和夫(東京海洋大学)

固体地球の第一層を構成する地殻の構造について検討する．観測に基づく構造の記述やその進化の解明に加え，地震や火山など地殻内における諸現象の理解，地殻内物質の地質学的研究など，地殻に関わる多様な視点からの講演を歓迎する．また，これらの理解の基礎となる観測手法やデータ処理手法などについての発表も歓迎する．

[SSS12-P01] 2017年9月3日に北朝鮮で発生した爆発的事象による長周期表面波位相速度の地域的な違い

*山田 浩二[1] (1.株式会社　阪神コンサルタンツ)

[SSS12-P02] S-netで観測された遠地地震表面波の到達時間空間勾配を用いた位相速度推定

*石上　朗[1]、高木 涼太[1] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)

[SSS12-P03] 相似地震を用いたレシーバ関数解析から推定した日本列島下の地殻構造

*五十嵐 俊博[1] (1.東京大学地震研究所)

[SSS12-P04] **Estimation of the Crustal Structure beneath the Broadband Seismic Network in the Eskisehir Region, Turkey, by Using Receiver Function Method**

*Pinar Duran[1]、Asim Oguz Ozel[1]、Hiroaki Yamanaka[2] (1.ISTANBUL UNIVERSITY-CERRAHPASA、2.TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY)

[SSS12-P05] 北海道における3次元S波減衰構造

*中村 亮一[1]、椎名 高裕[1] (1.東京大学地震研究所)

[SSS12-P06] 日高衝突帯南端部の地下構造
-波形計算を用いた再検討-

*島崎 壮大[1]、津村 紀子[2] (1.千葉大学大学院融合理工学府、2.千葉大学大学院理学研究院)

[SSS12-P07] 北海道沖千島海溝軸周辺における高分解能反射法探査

*中村 恭之[1]、小平 秀一[1]、山下 幹也[1]、三浦 誠一[1]、藤江 剛[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[SSS12-P08] 反射法地震探査による横須賀断層北部の地下構造

*伊藤 忍[1] (1.産業技術総合研究所)

[SSS12-P09] **Crust and Uppermost mantle P-wave velocity structure of the Ordos block and its neighbors based on travel time tomography**

*Yaning Liu[1]、Jianping Wu[1]、Shuxian Bao[1]、Xiaohong Meng[2] (1.Institute of Geophysics, China Earthquake Administration、2.China University of Geosciences (Beijing))

[SSS12-P10] P波とPmP反射波を用いた2016年熊本地震震源域の地殻構造

*趙 大鵬[1]、Wang Haibo[2]、Huang Zhouchuan[2]、Xu Mingjie[2]、Wang Liangshu[2] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター、2.南京大学地球科学系)

[SSS12-P11] Estimation of 3D velocity structure in Kyushu region by the seismic tomography

*鳥家 充裕[1]、山田 浩二[1] (1.株式会社阪神コンサルタンツ)

[SSS12-P12] レシーバ関数解析を用いた九州南部下のフィリピン海スラブの構造の推定

*内田 雅喜[1]、大倉 敬宏[1]、澁谷 拓郎[1]、安部 祐希[2]、小松 信太朗[1]、山崎 健一[1]、山下 裕亮[1]、吉川 慎[1]、井口 正人[1]、為栗 健[1]、園田 忠臣[1] (1.京都大学、2.温地研)

[SSS12-P13] Imaging subduction structure beneath the eastern part of Kii Peninsula, SW Japan, using an earthquake reflection method

*蔵下 英司[1]、飯高 隆[1]、津村 紀子[2]、岩崎 貴哉[1] (1.東京大学地震研究所、2.千葉大学)

[SSS12-P14] **Tomography of Mejillones Peninsula using cross-correlation of ambient seismic noise**

*Kellen Azua Quezada[1]、Sergio Ruiz[1]、Francisco Pasten-Araya[2,3]、José Salomón[4]、Pablo Salazar[2,3]、Miguel Saez[1]、César Pastén[4]、Felipe Leyton[5]、Wasja Bloch[6] (1.DGF, UChile、2.DG, UCN、3.CIGIDEN、4.DIC, UChile、5.CSN, Chile、6.GFZ)

[SSS12-P15] **Crustal thickness beneath Central Indonesia by the cross-correlation analysis of seismic ambient noise (2)**

*Masyitha Retno Budiati[1]、Genti Toyokuni[1]、Tomomi Okada[1]、Toru Matsuzawa[1] (1.Graduate School of Science, Geophysics Department, Tohoku University)

[SSS12-P16] 地震波干渉法イメージングによって推定された南アルプス南端部地域下の地下構造

*渡辺 俊樹[1]、長谷川 大真[1]、伊藤 谷生[2]、狩野 謙一[3]、阿部 進[4]、藤原 明[5]、河内 善徳[6] (1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.地震予知振興会、3.静岡大学、4.石油資源開発（株）、5.石油天然ガス・金属鉱物資源機構、6.（株）ジオシス)

[SSS12-P17] Strong variations of near-surface seismic anisotropy of Taiwan revealed by coda interferometry

*Hsin-Yu Lee[1]、Yuancheng Gung[1]、Li-Wei Chen[2]、Ling-Yun Chiao[3] (1.Department of Geosciences, National Taiwan University, Taiwan、2.Department of Earth and Planetary Science, University of California at Berkeley, CA, USA、3.Institute of Oceanography, National Taiwan University, Taiwan)

[SSS12-P18] Investigating anomalous crustal structures along the convergent zone in eastern Taiwan with the new airborne magnetic survey and updated seismic tomographic models

*Chi-Hsuan Chen[1]、Hsin-Hua Huang[2]、Lun-Tao Tong[3]、Wayne Lin[3]、Po-Tsun Lee[1]、Shou-Fang Chang[1]、Jin-Fa Lee[1] (1.Cntrl. Geo. Surv., MOEA, Taiwan、2.Inst. Earth. Sc., Acad. Sinica, Taiwan 、3.Industr. Technol. Res. Inst., Taiwan)

2017年9月3日に北朝鮮で発生した爆発的事象による長周期表面波位相速度の地域的な違い

Regional difference in long period surface wave phase velocity by an explosive phenomenon generated in North Korea on September 3, 2017

*山田 浩二[1]
*Koji Yamada[1]

1. 株式会社　阪神コンサルタンツ
1. Hanshin Consultants co., ltd.

2017年9月3日の12時30分過ぎに朝鮮民主主義人民共和国を震源とする爆発的な事象が各地で観測された。気象庁による震源の位置は北緯41.3度、東経129.1度、深さ0キロメートルとされており、ほぼ地表付近を震源とする。地表面で発生した爆発的事象であるため、P波以外にレーリー波が観測されており、観測された波形は巨大な表面波探査の観測記録と見ることもできる。

昨年度の地震学会において、観測されたレーリー波は0.03～0.1Hz付近で強い分散性を示しており、大爆破観測のデータを用いてP波速度構造が推定されている近畿地方を対象に、ライン状の観測点を通過する波の位相速度を解析する表面波多チャンネル解析（Multichannel Analysis of Surface Wave）を行ったところ、得られた位相速度は廣瀬・伊藤(2006)を参考に設定した1次元速度構造に概ね対応するとともに、観測されている位相速度はモホ面に至るまでの速度構造を反映したものであると考えられることを示した。

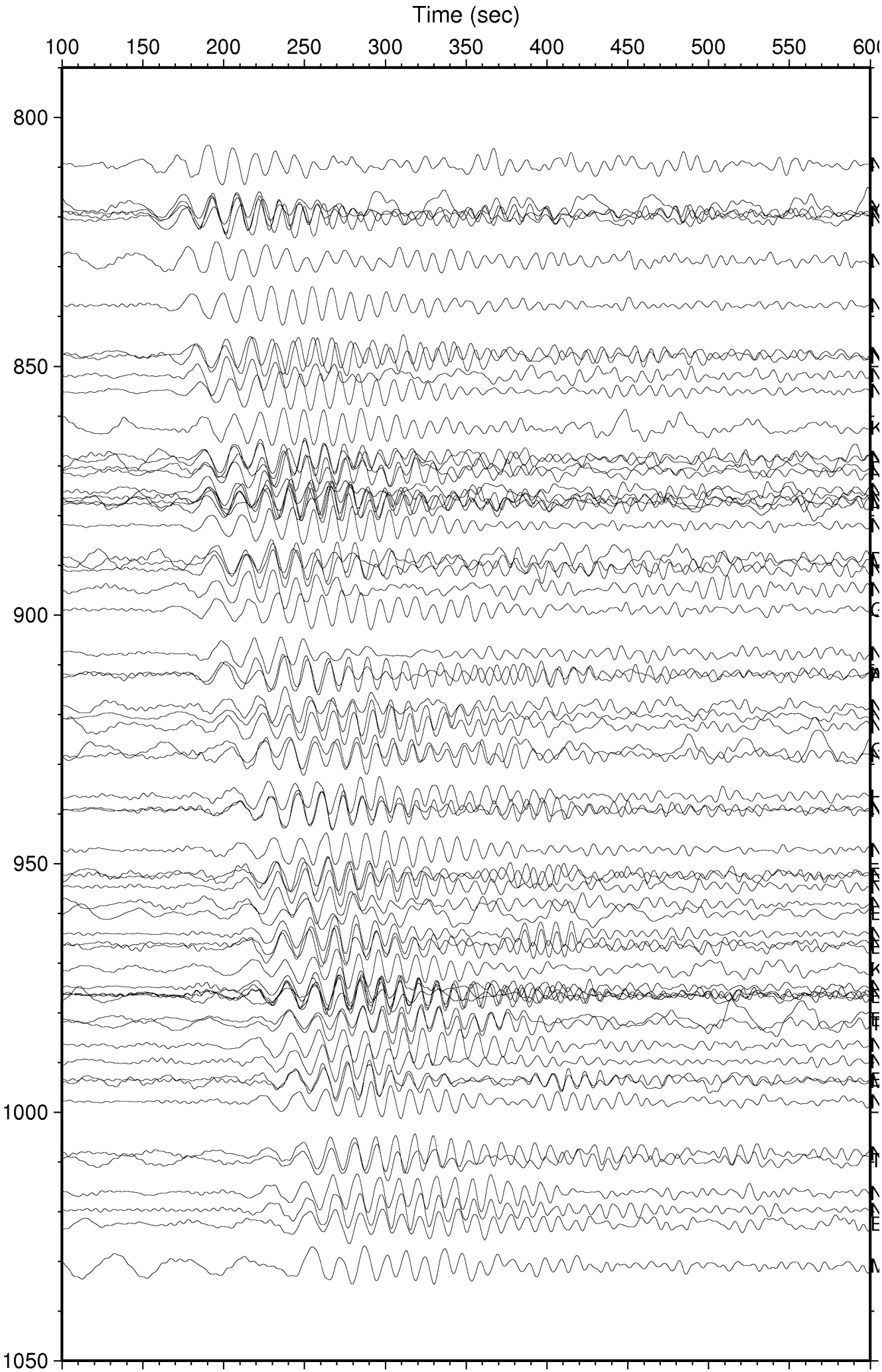
国内各地域について震源からの方位をもとに適当な角度でMASWを行ったところ、得られた位相速度に地域性が見られていたので、それについて報告する。

謝辞

本報告では、防災科学技術研究所広帯域観測網（F-net）・高感度地震観測網（Hi-net）、各国立大学、気象庁の観測データを用いました。記して感謝します。

キーワード：北朝鮮の爆発的事象、長周期表面波、モホ面、表面波多チャンネル解析
Keywords: Explosive phenomenon generated in North Korea, Long period surface wave, Homo, Multichannel Analysis of Surface Wave

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

S-netで観測された遠地地震表面波の到達時間空間勾配を用いた位相速度推定

Phase velocity estimation based on spatial gradient of surface wave arrival time of teleseismic earthquakes observed by S-net

*石上　朗[1]、高木 涼太[1]
*Akira Ishigami[1], Ryota Takagi[1]

1. 東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター
1. Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions, Graduate School of Science

地震発生環境やプレート境界面におけるすべり特性の理解のためには，地震波速度構造が重要な情報の一つになる．また，近年の稠密観測網の整備により，観測波形を波動場として捉えることが可能になってきた．本研究では，2011年東北地方太平洋沖地震後に防災科学技術研究所が整備した日本海溝海底地震津波観測網（S-net）の観測データを用いて，東北日本前弧海域下における表面波位相速度分布を，位相到達時間の空間勾配を取ることで推定した．

解析には加速度計で記録された遠地地震による長周期表面波を使用する．今回解析を行ったイベントは，2018年１月23日にアラスカ湾で発生した深さ25 km，Mw7.9の地震である．今回は観測記録をXYZ成分からUNE成分への座標変換後，上下動成分を用いて，Rayleigh波について解析を行った．解析手法はLin et al. (2009) に従い，解析手順は以下の通りである．まず，狭帯域フィルタを使用した周波数時間解析（FTAN）を行い，観測点毎に位相速度分散曲線を得た．次に，ある周期に着目してその周期における各観測点での到達時刻を空間的に補間して，到達時刻マップを得た．この到達時刻の勾配を計算することでRayleigh波のスローネスを求めることができ，スローネスの逆数を取ることで位相速度分布を得た．これを様々な周期で同様の解析を行い，20-50sの周期について5sごとに位相速度分布を得た．

上で述べた手順のうち，周波数時間解析における位相速度推定には，位相の2πの任意性の問題が存在する．一般に，標準的な位相速度分散曲線を基準としてサイクル数を推定することが行われるが，基準の位相速度分散曲線と実際の位相速度の差が大きい場合や，初期位相による影響が大きい場合には，サイクル数を誤って推定する可能性がある．本研究では，基準とする位相速度分散曲線を繰り返し修正することでこの問題を解決した．まず，初期モデルを陸域におけるPREM１Ｄモデルで与え，周波数時間解析を行い，各観測点で位相速度の分散曲線を得る．次に，得られた位相速度分散曲線の平均を取り，それを次のイタレーションの際の基準分散曲線として用いて周波数時間解析を行う．この処理を繰り返し行うことで，観測網において一定のサイクル数を得ることができた．

以上の解析で得られた位相速度は3.6-3.9km/sであり，Rayleigh波の位相速度として妥当な値が得られた．位相速度の周波数分散も確認することができ，周期45sにおいては高速度領域であるスラブを示すような速度異常が確認できた．また，宮城・福島沖の領域がそれより北および南の領域に比べて高速度を示すパターンも確認できた．

今後は，今回推定された位相速度の空間パターンが地下構造を反映したものであるのか，それとも解析上生じたものなのかを，解析する地震を増やすことで確かめたいと考えている．また，到達方向が異なる複数の地震のデータを用いることによって，速度異方性を推定することができると考えており，その解析も今後進めていく予定である．また，位相到達走時マップを得る際の補間方法について検討が必要であると考えている．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：S-net、表面波、トモグラフィー、東北沖地震、位相速度
Keywords: S-net, surface wave, tomography, Tohoku-oki earthquake, phase velocity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

相似地震を用いたレシーバ関数解析から推定した日本列島下の地殻構造
Crustal seismic velocity structure in the Japanese Islands from receiver function analysis using similar earthquakes

*五十嵐 俊博[1]
*Toshihiro Igarashi[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

The stress and strain changes due to the recurrence process on the inter-plate great earthquakes of the subducting plate should have a significant effect on shallow inland seismicity and velocity structure in the overriding plate. In this study, we applied receiver function analysis using similar earthquakes, which repeatedly occurred at almost the same location, to investigate the spatiotemporal change of the crustal seismic velocity structure beneath the Japanese Islands. Similar earthquakes used as data were extracted from the seismograms of medium-sized earthquakes, which observed in the seismic network of Japan and occurred in the epicentral distances between 30 degrees and 90 degrees in the periods from September 1989 to February 2016. We estimated temporal changes of crustal seismic velocity structure by receiver function analysis from the selection of pairs of similar earthquakes occurred before and after the 2011 Tohoku-Oki earthquake (M9.0). In this analysis, we assumed that the depths of the Moho discontinuity, which estimated using all available data for the above period, do not change within the analysis period. As a result, we detected areas of decreased crustal velocity to the west of the source region of the Tohoku-Oki earthquake. We suggest that the stress change by a great inter-plate earthquake affected the velocity reduction or velocity polarization. On the other hand, the crustal velocity increased to the north of the source region. This change may be caused by the effect of the postseismic deformation after the 2003 Tokachi-Oki earthquake (M8.0). However, it is difficult to specify the accurate timing of the change because of long-term data stack. The impact of the great earthquakes has been widespread for a long time. The further studies of the seismic velocity structure in arbitrary period will clarify the cause of changes.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimation of the Crustal Structure beneath the Broadband Seismic Network in the Eskisehir Region, Turkey, by Using Receiver Function Method

*Pinar Duran[1], Asim Oguz Ozel[1], Hiroaki Yamanaka[2]

1. ISTANBUL UNIVERSITY-CERRAHPASA, 2. TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Receiver function imaging is an important tool for the investigation of the crust and upper mantle structure. The P to S conversion (Ps) from the Moho is typically one of the most prominent phase on the P-wave receiver funtions. The time delay between the Ps converted phase and direct P wave is sensitive to the depth of the velocity discontinuities, and the average S wave velocity above it. Estimates of the depth and thickness of the Moho and V_P /V_S ratio of the crust are important goals of many receiver funtion investigations. In the frame of the Turkey-Japan joint project, we attempt to determine S-wave velocity structure of the crust beneath Eskisehir Region, described by various tectonic settings. The teleseismic events are recorded by broadband three-component seismic stations of ANA-NET Seismic Network, which is operated by the Eskisehir Anadolu University since 2010. The seismograms from these events, whose epicenters lay at distances greater than 30°, were deconvolved in the time domain to remove the unwanted noise and then stacked to obtain better receiver functions. This information will be used to establish a linear relationship between thickness and V_P /V_S ratio, each of which is stacked for a given station to identify a best-fit estimate for depth to the Moho and Vp/Vs ratio. To determine their accuracy, these results will be compared with other geophysical studies performed in the region, 1-D crustal models will be presented at the conference. This study is supported by the Joint Research Project under the Bilateral Program of the Japan Society for the Promotion of Science (JSPS) and The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) under Grant TUBITAK 116Y524.

Keywords: Receiver Function Analysis, Crustal structure, P-receiver functions, Waveform inversion, Eskisehir Fault Zone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道における3次元S波減衰構造
Three-dimensional S-wave attenuation structure in and around Hokkaido, Japan

*中村 亮一[1]、椎名 高裕[1]
*Ryoichi Nakamura[1], Takahiro Shiina[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

1. はじめに

北海道は東北日本弧と千島弧の衝突帯（e.g.Kimura,1994,JGR）に位置し、地殻構造が非常に複雑であると考えられている。例えば，Kita et al. (2012. JGR）によると，地殻が太平洋スラブ付近まで深く潜り込んでいることが指摘されている．また，2018年9月6日に発生した北海道胆振東部地震（M6.7）の震源深さ（37 km）は内陸地震としてはかなり深い．このため，余震分布を含め，胆振東部地震の発生には衝突帯に発達した複雑な地下構造が密接に関係していると考えられる。

北海道周辺では既に詳細な地震波速度や減衰のトモグラフィー研究が幾つか行われている(e.g., Kita et al., 2014, JGR; Shiina et al., 2018, JGR)．これらの研究をみると日高山脈の西の地域の深さ10km付近で、Low QpやLow Vp, Vs及びHigh Vp/Vsが存在し、それらが太平洋プレート上面付近と考えられる深さ50km付近まで達している。一方で，同領域におけるQs構造はあまりよくわかっていない．したがって，本研究では日高山脈を中心とした北海道におけるQs構造を三次元スペクトルインバージョン法により詳細に検討した。

2. 方法及びデータ

検討範囲は、東経138˚～148˚、北緯39˚～46˚とし、ブロックサイズは経緯度に対して各0.1˚、深さ方向に10kmとした。手法は三次元スペクトルインバージョン法 (中村・植竹, 2002)を用い，震源特性、サイト特性及び各ブロックのQs値を未知パラメータとした。

解析データとして防災科学技術研究所のK-net及び地表KiK-netで記録された地震記録を用いた．解析期間はそれぞれの観測点の観測開始時期から2018年11月として，Mj4以上の地震を対象とした。なお，深さが30km以浅の地震については震央距離100km以内、深さ30km以深の地震については震央距離500km以内の観測点を使用した。また，地盤非線形の影響を除去のため100Gal以上の地震記録を除いた。スペクトル振幅はNS成分のS波主要動部分から計算し，１～10 Hz について1Hzごとに求めた。

3. 結果

図１に10Hzにおいて推定されたQs構造を示す．なお，解像度解析を行い，信頼性の低い領域はマスクした．このQs構造からは，火山下30-40 kmにおける高減衰（Low-Qs）域や太平洋スラブに対応する低減衰（High-Qs）域の存在など，おおよそ東北地方(e.g., 中村・植竹, 2004, Liu et al., 2014)と類似した特徴が得られた．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

加えて，日高山脈西側では深さ0-20 kmにおいて顕著な高減衰域が推定された．この高減衰域は深さ40 km程度まで連続して分布しているように見える．この特徴はQp構造(Kita et al., 2014)とも整合的である．さらに，日高山脈付近に高減衰域と並行した低減衰域がイメージされた．これらの結果は，東北日本弧と千島弧の衝突に伴い，日高山脈付近では数10 km程度の空間スケールで強い不均質構造が発達していることを示している．

2018年9月6日に発生した北海道胆振東部地震は，この日高山脈西側に発達する高減衰域の西端に位置する（図1の深さ30-40 kmの結果）．胆振東部地震の震源域周辺では，高減衰域と低減衰域の境界がほぼ南北に分布しており，この走行は日高周辺の地質構造の走行とほぼ同じである．胆振東部地震の余震も南北方向に分布することから，本研究では得られたQs構造は，衝突帯に沿って発達した不均質構造が胆振東部地震発生域周辺の地震活動に密接に関係していることを示すものである．

謝辞：防災科学技術研究所K-NET、KiK-netデータを使用しました。記して感謝いたします。

キーワード：北海道、衝突帯、S波減衰構造、2018年胆振東部地震
Keywords: Hokkaido, Collision zone, S wave attenuation structure, the 2018 Eastern Iburi Earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

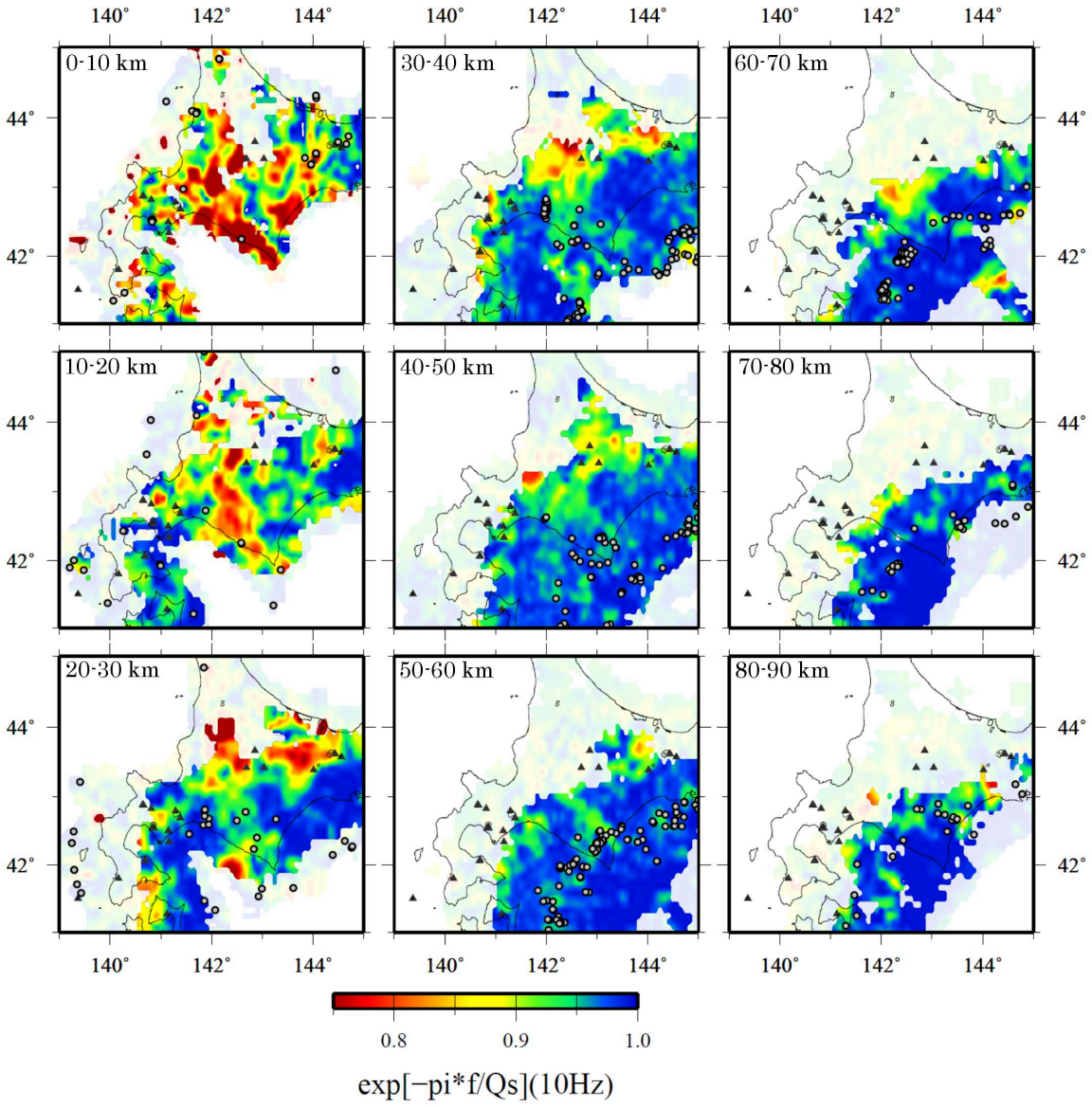


Fig.1 Qs structure in and around the Hokkaido, Japan, obtained at 10 Hz. Less resolved area are masked in the figure. White circles denote the locations of earthquakes used in this study. Black triangles is active volcanoes.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日高衝突帯南端部の地下構造 -波形計算を用いた再検討-

Reexamination for the subsurface structure beneath the southern part of the Hidaka Collision Zone, Hokkaido, Japan by using a numerical test of wave propagation

*島崎 壮大[1]、津村 紀子[2]
*Masahiro Shimazaki[1], Noriko Tsumura[2]

1. 千葉大学大学院融合理工学府、2. 千葉大学大学院理学研究院
1. Graduate School of Science and Engineering, Chiba University, 2. Graduate School of Science, Chiba University

北海道中南部に位置する日高衝突帯では、太平洋プレートの斜め沈み込みで引きずられた千島前弧が東北日本弧に衝突し、千島弧の上部および下部地殻上部が日高主衝上断層(HMT)での断層運動により地表に露出している。
この地域の地下の構造を調べる目的で、1990年代、日高衝突帯南端部では衝突帯を横切るように3つの測線を配置し反射法地震探査が行われた。Tsumura et al. (1999)は得られた時間断面図から、千島弧側の下部地殻が深さ約23kmを境に、北東傾斜の衝上する層と南西傾斜の沈み込む層に分かれているデラミネーション構造が発達していると解釈した。後に3つの測線を統合して解析したIto et al. (2000)や、CRS/MDRSによって再解析したIto et al. (2013)でも同様の深度断面図が得られデラミネーション構造を支持している。
一方、Kita et al. (2012)は走時インバージョン法により同領域の3次元地震波速度構造を求め深さ約23km以浅についてはIto et al .(2000)と同様の解釈をしたが、23km以深では東北日本弧側の地殻物質がプレート境界まで到達する構造を推定した
デラミネーションが発達しているとすると、北東傾斜の衝上する層に対応する長さの南西傾斜の沈み込む層が地下に存在していると期待される。しかしIto et al. (2013)の深度断面図では深さ23kmから38kmまで2つの平行な反射面は確認できるものの、より深部の反射面は見いだせなかった。またKita et al. (2012)の解釈では深部の南西傾斜を示す反射面に対応する物性的な違いがないため，現在得られた反射断面を十分に説明できない可能性がある。そこで本研究では2つの解釈をもとに作成した地下構造モデルに対して反射探査と同じ仕様で発振を行ったとき、どのような反射波記録が得られるか、解析ソフトMadagascarを用いて計算した。
波形計算のために、Ito et al. (2000)の解釈をもとに、38km以深にも千島弧側の下部地殻が連続して沈み込んでいると仮定した地下構造モデル(以下Delamiモデル)と、Kita et al. (2012) の解釈をもとに、千島弧側の下部地殻が沈み込まずマントル物質が上昇してきている地下構造モデル(以下Non-Delamiモデル)の2つのモデルを作成した。2つのモデル内は上部地殻・下部地殻・マントル・海洋プレートに分け、それぞれの層の物質の平均的な密度を設定した。どちらのモデルもKita et al. (2012)で得られた地震波速度構造をもとに各層の速度を与えた。
波形計算の結果、Delamiモデルではデラミネーションした下側の層の沈み込みはじめの部分付近からの反射波のみが設置されている測線内に届き、それ以深からの反射波は測線より南西側の領域に到達することがわかった。Non-Delamiモデルに対して計算された波形では、実際の反射断面で見られたような深さ約23km～38kmの南西傾斜の反射面からの反射波が到達する時刻に波群は見られなかった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：衝突帯、日高、地下構造、反射法探査
Keywords: Collision zone, Hidaka, Subsurface structure, Reflection survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道沖千島海溝軸周辺における高分解能反射法探査
High resolution seismic surveys in the Kuril trench off Hokkaido

*中村 恭之[1]、小平 秀一[1]、山下 幹也[1]、三浦 誠一[1]、藤江 剛[1]
*Yasuyuki Nakamura[1], Shuichi Kodaira[1], Mikiya Yamashita[1], Seiichi Miura[1], Gou Fujie[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine Earth Science and Technology

千島海溝では過去に十勝沖地震に代表される巨大地震が発生し、津波を含む災害を引き起こしてきた。近年、千島海溝域での巨大地震発生確率が高まっているとの評価がなされるなどこの海域での調査・研究の重要性が高まっているが、他の海域に比べてこれまでの調査は十分と言えない。我々は2016年と2018年に襟裳岬付近から釧路沖にかけての千島海溝軸周辺において、深海潜水調査支援母船「よこすか」と可搬式MCSシステムを用いた反射法探査を実施した。測線間隔は約6km、測線長は約35kmの24測線で、長さ1.2kmのストリーマーケーブル、容量380立法インチのクラスターガンによってデータを取得した。得られた反射断面の特徴は以下のとおりである。沈み込む太平洋プレートは折れ曲がり断層による変形を受けており、断層の落差は大きいもので往復走時にして約300 –400 msのものが見られる。調査範囲の太平洋プレート上には襟裳海山、拓洋第一海山等の海山が存在し、海山周辺では堆積層が薄くなる。海山から遠い測線では堆積層の厚さは500msを超える測線も見られる。海溝軸に関しては、特に釧路海底谷から西側で海溝充填堆積物が厚く堆積しており、厚いところでは800msにもなっている。陸側斜面下の堆積層内は不明瞭な測線が多いが、いくつかの測線では陸側傾斜の反射面が見られる。また、襟裳海山近傍の測線では陸側斜面最下部で斜面崩壊を示唆する断面が得られている。

キーワード：千島海溝、反射法探査、海山、堆積物
Keywords: Kuril trench, seismic imaging, seamount, sediments

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

反射法地震探査による横須賀断層北部の地下構造
Subsurface Structure at the North of the Yokosuka Fault by Seismic Reflection Survey

*伊藤 忍[1]
*Shinobu Ito[1]

1. 産業技術総合研究所
1. Geological Survey of Japan, AIST

1945年1月13日に発生した三河地震（M6.8）は，深溝断層および横須賀断層を震源とするとされている．相対的に南側に位置する深溝断層は逆L字型を示し，北側に位置する横須賀断層はL字型を示している．このうち特に横須賀断層の南北走向区間は震源断層ではなく，二次的な地変である可能性が指摘されている（Ando, 1974）．杉戸・岡田（2004）は地表の変位の記録を丹念に精査した．彼らは，横須賀断層の南北走向区間が二次的な地変の可能性に言及しつつも，地震を発生させた震源断層が地表に到達したものである可能性が高いとしている．Kikuchi et. al. (2003) は地震波形インバージョンにより震源モデルを推定しているが，杉戸・岡田（2004）は地表地震断層とは不調和であると述べている．このように，横須賀断層の南北走向区間の解釈は未だ判然としているとは言い難い．我々は横須賀断層の北部とされる愛知県西尾市志籠谷町周辺で，横須賀断層が深部に延長しているか否かを明らかにするために，P波反射法地震探査を実施した．

調査は，横須賀断層北部を対象とする測線（GS-NSO2）の他，高浜断層南東延長部を対象とする測線（GS-NSO1）をあわせて，2018年9月27日から10月2日まで実施した．測線長は1810mである．発震はIVI社製EnviroVibeを1台使用した．スイープ周波数は10～120Hz，スイープ長は16秒である．発震点間隔は5mを基本とし，一部区間は2.5mで稠密発震を行った．総発震点数は421点で，各点で3～5回発震した．受振器はGeospace社製のOMNI-2400（固有周波数15Hz）の3連を使用した．収録にはGeospace社製の独立型レコーダーGSXを使用した．受振点間隔は5m，総受振点数は342点である．処理は通常のCMP重合法を用いた．

得られた断面には，断層の存在を示唆する特徴は得られなかった．過去のトレンチ調査によれば，三河地震に約2万年先行して地震が発生しているとされている．三河地震とその先行する地震による変位の和はせいぜい2m程度のようである．仮に2mしか変位がないとすれば，今回の調査での変位の検出は不可能である．しかしながら，もし深部に進むほど変位が累積していれば，その検出は可能であると考えられる．少なくとも，今回の調査で変位が累積しているという兆候を見出すことはできなかった．

キーワード：横須賀断層、断層、反射法地震探査
Keywords: Yokosuka Fault, fault, seismic reflection survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Crust and Uppermost mantle P-wave velocity structure of the Ordos block and its neighbors based on travel time tomography

*Yaning Liu[1], Jianping Wu[1], Shuxian Bao[1], Xiaohong Meng[2]

1. Institute of Geophysics, China Earthquake Administration, 2. China University of Geosciences (Beijing)

The Ordos block is located on the west side of the North China Carton, adjacent to the northeastern part of the Tibetan Plateau, with the Yinshan organic belt to the north and the South China block to the south. And the tectonic evolution of Ordos block is controlled by the North China basin extension caused with subduction of the Pacific plate and the extrusion and sheared from the northeastern margin of the Tibet Plateau follow the collision of the Indian-Eurasian plate.

The study area spans from 32˚N to 42˚N and 108˚E to 114˚E , which includes the Ordos block and its adjacent structures . The seismic data we used for inversion were recorded by 1244 stations including: 198 permanent stations and 1043 temporary stations (ChinArray II and III), from November 2013 to August 2017. The study uses local-seismic for inversion. After manual labeled the seismic phase, we select events with more than ten phase records of individual seismic events. The epicentral distance is less than 200km. Finally, we obtained about 22,500 phase records of 1882 local seismic events.

Our preliminary research results are consistent with previous studies and surface structures of a wide range of velocity distributions. However, in the middle-upper crust under the Liupan Mountain, the low-speed anomaly extending downward is shown, which may be caused by the horizontal extrusion caused by the eastward asthenosphere flow driven by the continuous compression of the northeastern margin of the Qinghai-Tibet Plateau during the Cenozoic. While, in the middle crust of the Ordos Basin, there are weak high-speed anomalies that divide the low-speed disturbances in the basin into three parts, showing the fluctuation of the crystalline basement of the basin. In the Taihang Mountains in the west of the study area, low-velocity anomalies extending to the upper layer of the mantle are shown. We initially believe that this anomaly is related to the volcanic thermal motion that once existed on the area.

Keywords: P-wave velocity structure, Ordos block

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

P波とPmP反射波を用いた2016年熊本地震震源域の地殻構造
Seismic imaging of the 2016 Kumamoto earthquake area using P and PmP data

*趙 大鵬[1]、Wang Haibo[2]、Huang Zhouchuan[2]、Xu Mingjie[2]、Wang Liangshu[2]
*Dapeng Zhao[1], Haibo Wang[2], Zhouchuan Huang[2], Mingjie Xu[2], Liangshu Wang[2]

1. 東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター、2. 南京大学地球科学系
1. Department of Geophysics, Tohoku University, 2. School of Earth Sciences and Engineering, Nanjing University

We determined a high-resolution model of 3-D P-wave velocity (Vp) tomography of the crust in the source zone of the 2016 Kumamoto earthquake (M 7.3) in Kyushu, SW Japan using a large number of arrival times of first P-waves and reflected P-waves from the Moho discontinuity (PmP). The PmP data are collected from original seismograms of the Kumamoto aftershocks and other local crustal events in Kyushu. Detailed resolution tests show that the addition of the PmP data can significantly improve the resolution of the crustal tomography, especially that of the lower crust. Our results show that significant low-velocity (low-Vp) anomalies exist in the entire crust beneath the active volcanoes, which may reflect the pathway of arc magma. The 2016 Kumamoto earthquake occurred at the edge of a small low-Vp zone in the upper crust. A significant low-Vp anomaly is revealed in the lower crust beneath the source zone, which may reflect the arc magma and fluids ascending from the mantle wedge. These results suggest that the rupture nucleation of the 2016 Kumamoto earthquake was affected by fluids and arc magma.

キーワード：熊本地震、地殻反射波、地震波トモグラフィー
Keywords: Kumamoto earthquake, crustal reflected wave, seismic tomography

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimation of 3D velocity structure in Kyushu region by the seismic tomography

*鳥家 充裕[1]、山田 浩二[1]
*Toya Mitsuhiro[1], Koji Yamada[1]

1. 株式会社阪神コンサルタンツ
1. Hanshin Consultants Co., Ltd.

1. Introduction

A high-resolution crustal structure in the volcanic zone is basic information for prediction of volcanic activity in the future. Therefore, in this study, we carry out preliminary research in Kyushu region aiming at the estimation of three-dimensional (3D) velocity structure in the volcanic zone by the 3D seismic tomography. In this region, it is suitable for this study because a large number of earthquake records of the main shock and aftershocks of the Kumamoto earthquake that occurred in April 2016 can be used and there are many volcanoes such as Mt. Aso and Mt. Unzen. Thus, we perform the 3D seismic tomography in Kyushu region for the estimation of 3D velocity structure, and consider problems on application to the volcanic zone.

2. Data and Method

We used arrival time data downloaded from the website of National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience (NIED). We selected 59011 earthquakes observed at 141 stations from April 2016 to March 2017. The selected area is 129.3˚E ~ 132.1˚E, 30.9˚N~ 34.0˚N, 0 ~ 50 km in depth. And, for P-wave arrivals, we added 804 earthquakes observed at 4 V-net stations at Mt. Aso and travel time data obtained by explosion seismic observations in the Hinagu fault area, Kyushu (The Research Group for the 2003 Hinagu Fault Seismic Expedition, 2008) and Eastern Kyushu (RESEARCH GROUP FOR EXPLOSION SEISMOLOGY, 1999). In total, our selection result in 871,690 P-wave arrivals and 840,633 S-wave arrivals.

We estimate 3D seismic velocity structure using the Fast Marching Tomography (FMTOMO) method of Rawlinson et al. (2006). This program uses the fast marching method via finite difference solution of the eikonal equation (Sethian, 1996) for calculation of synthetic travel times. The model area is 129.2˚E ~ 132.2˚E, 30.8˚N~ 34.1˚N, -4 ~ 52 km in depth. The horizontal grid spacing is 0.1˚(about 10 km) and the vertical is 4 km (the number of grids is 34×31×15 for three coordinate axis). An initial velocity structure model is JMA2001 (Ueno et al. 2002) and we set six iterations of the tomographic inversion scheme. Then, we examined the resolution of the tomographic inversion using a checkerboard resolution test (CRT). The size of checker is 2×2×2 in grid number, and the velocity perturbation for the initial velocity structure model is ±0.1 km/s. As a result of the CRT, we confirmed that checkerboard pattern is well resolved up to about 20 km deep in the Kumamoto area.

3. Results

Figure 1 shows plan views of the P-wave velocity and the S-wave velocity structures obtained here at 4 km depth. The pattern of velocity variation is similar to each other and pronounced low velocity area exists in the southern Kumamoto. At 0 ~ 1 km depth, low velocity area exists in the Kumamoto Plain. However, in this study, pronounced velocity variation is not seen beneath Mt. Aso and other volcanic zones. So, for improving the resolution, we are going to add earthquakes in the area with less them and stations (K-net, V-net and so on).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Acknowledgments
We would like to thank the National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience (NIED) for the use of the arrival time and the seismic data. All figures are made using the free software GMT (Wessel & Smith 1998).

キーワード：地震波トモグラフィー、速度構造、九州
Keywords: seismic tomography, velocity structure, Kyushu

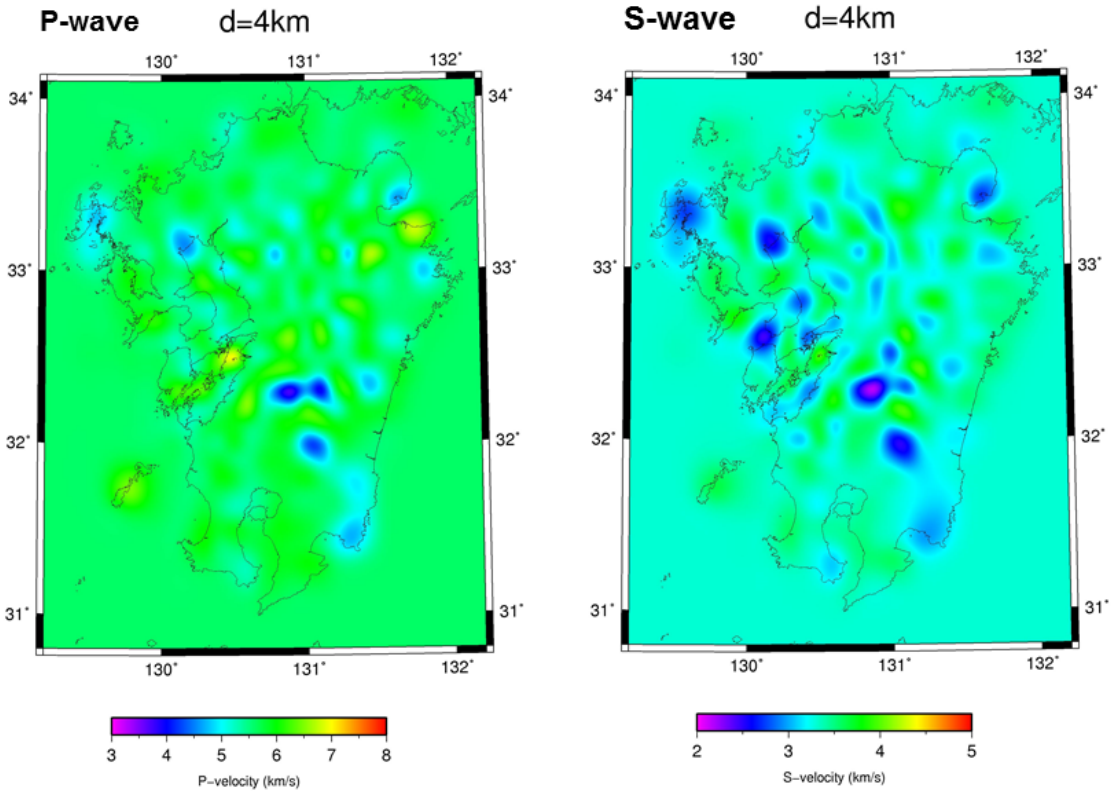


Fig. 1. Plan views of velocity structure for Vp (left), velocity structure for Vs (right)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

レシーバ関数解析を用いた九州南部下のフィリピン海スラブの構造の推定
Estimation of the structure of the Philippine Sea slab under south Kyushu using receiver function analysis

*内田 雅喜[1]、大倉 敬宏[1]、澁谷 拓郎[1]、安部 祐希[2]、小松 信太朗[1]、山崎 健一[1]、山下 裕亮[1]、吉川 慎[1]、井口 正人[1]、為栗 健[1]、園田 忠臣[1]
*Masaki Uchida[1], Takahiro Ohkura[1], Takuo Shibutani[1], Yuki Abe[2], Shintaro Komatsu[1], Ken'ichi Yamazaki[1], Yusuke Yamashita[1], Shin Yoshikawa[1], Masato Iguchi[1], Takeshi Tameguri[1], Tadaomi Sonoda[1]

1. 京都大学、2. 温地研
1. Kyoto Univ., 2. Hot Springs Research Institute

沈み込み帯では，沈み込むスラブによって上部マントルに流体が輸送されることで，火成活動が引き起こされると考えられている[Tatsumi, 1986, GRL]．我々は，桜島・霧島の火成活動とその地域の地下構造の関係を明らかにするために，宮崎一阿久根測線と宮崎一桜島測線において，定常観測網を補って2010年から稠密観測点を設置した．本研究では，その稠密観測点と観測点近傍の定常観測点で記録された遠地地震波形を用いて，レシーバ関数解析による測線に沿った地下構造のイメージングを行なう．

レシーバ関数は，遠地地震のP波の水平動を上下動でデコンボルブして得られる時間関数[Langston, 1979, JGR]であり，速度不連続面で変換されたPS変換波の検出に利用できる．速度構造を仮定し，レシーバ関数の時間軸を深さ変換し，S波の波線追跡からイメージングを行う断面に投影しイメージングを行う．本研究では，2009年11月から2017年３月までに発生したマグニチュード5.5以上の遠地地震を用いる．レシーバ関数を断面に投影する際は，Matsubara et al. [2007, Tectonophysics]の三次元速度構造と，Abe et al. [2011, GJI]の変換面の傾斜の方向と角度を考慮してレシーバ関数を深さ変換する手法を用いる．

Abe et al. [2013, JGR]では，九州全域の定常観測点とIASP91の一次元速度構造を用いてレシーバ関数解析を行い，九州ーパラオ海嶺によって分けられているフィリピン海プレート全域のS波速度不連続の地域的変動を明らかにした．九州南部域は約50Maで形成され，西フィリピン海盆として知られており[Hilde and Lee, 1984, Tectonophysics]，Abe et al. [2013]は，九州南部下ではスラブから脱水された流体が背孤側に輸送され，島弧火山活動を引き起こす可能性があると示唆した．また，Abe et al. [2013]のイメージングの結果からマントルウェッジの低速度化も検出されており，Hacker et al. [2003, JGR]やChristensen [2004, Int Geol Rev]で推定された蛇紋岩への相転移や蛇紋岩のS波速度をふまえて，海洋地殻由来の流体による蛇紋岩化したマントル[Bostock et al. 2002, Nature]が存在すると考えられている．

本研究では、稠密観測網で得られたレシーバ関数を，3次元速度構造を用いて深さ変換することで、Abe et al. [2013]より精度の高いイメージング断面を求め、得られた構造と霧島・桜島の火山活動の関係を議論する．

キーワード：レシーバ関数解析、南九州、フィリピン海スラブ
Keywords: Receiver function analyses, Southern Kyushu, Philippine Sea slab

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Imaging subduction structure beneath the eastern part of Kii Peninsula, SW Japan, using an earthquake reflection method

*蔵下 英司[1]、飯高 隆[1]、津村 紀子[2]、岩崎 貴哉[1]
*Eiji Kurashimo[1], Takashi Iidaka[1], Noriko Tsumura[2], Takaya Iwasaki[1]

1. 東京大学地震研究所、2. 千葉大学
1. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo, 2. Chiba University

The Nankai trough region, where the Philippine Sea Plate (PHS) subducts beneath SW Japan arc, is a well-known seismogenic zone of interplate earthquakes. The most recent great earthquakes occurred in 1944 (Tonankai Earthquake, M=7.9) and 1946 (Nankai Earthquake, M=8.0). In recent years, various slip motions with a different time scale have been recognized at or near the updip and downdip limits of seismogenic zone [e.g., Obara, 2002; Ito and Obara, 2006]. Revealing structural factors that control the fault slip behavior is important to understand the earthquake rupture dynamics. Seismic reflection characteristics and seismic velocity variations can provide important information on the heterogeneous structure around plate interface. Recent seismic experiments reveal the relation between the crustal structure and the fault slip behavior. However, little is known about the deeper part of the plate boundary, especially the down-dip side of the seismogenic zone. In 2015, seismic array observation was conducted to obtain the subduction structure beneath the eastern part of the Kii Peninsula [Kurashimo et al., 2016]. Ninety 3-component portable seismographs were installed on a 90-km-long line nearly parallel to the direction of the subduction of the PHS. Waveforms were continuously recorded during a six-month period. During the seismic array observation, Japan Meteorological Agency determined 45 events within 10 km of our survey line. Prominent late arrivals, probably reflected waves from the deeper part of the crust can be recognized on the record sections. Earthquake data is useful to obtain a deep image. So, in order to clarify the spatial distribution of the reflectors, we applied the reflection method to the earthquake data. We used horizontal-component seismograms, because high amplitude S-wave reflection can be recognized on the record sections. Conventional common mid-point processing cannot be applied to earthquake data because the reflection point does not lie at the mid-point between source and receiver, so, we applied the Common Reflection Point (CRP) transformation [e.g., Quiros et al., 2016] to the earthquake data set using a tomography-derived 3D S-wave velocity model [Kurashimo et al., 2016]. Reflection points and their relevant travel-time from earthquake to receiver were calculated using a 3D finite difference travel-time algorithm [Hole and Zelt, 1995]. Before applying the CRP transformation, the waveform data were filtered by a band-pass filter (1 -8 Hz). After applying the CRP transformation and the stacking process, we applied a post-stack migration technique. The migrated shear wave reflection image shows that the northward dipping reflective zone interpreted to be the upper boundary of the PHS can be recognized at a depth range of about 25 -30 km. The top of the low-frequency earthquakes (LFEs) occurrence zone well corresponds to the high amplitude S-wave reflective zone. LFEs are also located in and around the low Vp and high Vp/Vs zone [Kurashimo et al., 2016]. These results suggest the occurrence of the LFEs may be associated with fluids.

キーワード：フィリピン海プレート、自然地震反射法、低周波地震
Keywords: Philippine Sea plate, earthquake reflection method, Low-frequency earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Tomography of Mejillones Peninsula using cross-correlation of ambient seismic noise

*Kellen Azua Quezada[1], Sergio Ruiz[1], Francisco Pasten-Araya[2,3], José Salomón[4], Pablo Salazar[2,3], Miguel Saez[1], César Pastén[4], Felipe Leyton[5], Wasja Bloch[6]

1. DGF, UChile, 2. DG, UCN, 3. CIGIDEN, 4. DIC, UChile, 5. CSN, Chile, 6. GFZ

The Mejillones Peninsula (MP) is locate in northern Chile (-23.28º, -70.5º). MP is a geomorphic atypical uplifted block of the coastal platform of 100 km length. This structure has been proposed as a segment boundary for large subduction earthquakes, as the case of Mw 8.0 Antofagasta (1995) and Mw 7.7 Tocopilla (2007) events. Additionally, the Peninsula presents a wide and deep layer of sediments that could enhance site effects. For this reason, in this work we study the shallow structure of MP basin. We deployed a dense temporary seismic network in the MP, which registered in continuous time from July 2013 to September 2015. From the continuous records, we built a local tomography using the spectral ambient seismic noise. We use vertical component of seismograms to obtain the Green function from cross-correlation between station pairs. The frequency domain method allows determine of phase velocity relating the zero-crossing of the real part of cross-correlation spectrum with the zero crossing of the zero-order Bessel function of the first order. The Rayleigh wave phase velocities are inverted by means of a non-linear iterative 2-D tomographic technique; finally we recover phase velocity maps at different frequencies. The tomographic maps present significant features that correlate with surface geology. We found in the West part of the MP lower velocities that East zone. We can associate this with fractured metamorphic rock. Higher velocities in the Eastern part of the peninsula are associated with the presence of intrusive rocks. The difference in velocity of these two anomalies is maintained at differents depth.

Keywords: Tomography, Ambient Seismic Noise

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Crustal thickness beneath Central Indonesia by the cross-correlation analysis of seismic ambient noise (2)

*Masyitha Retno Budiati[1], Genti Toyokuni[1], Tomomi Okada[1], Toru Matsuzawa[1]

1. Graduate School of Science, Geophysics Department, Tohoku University

Central Indonesia has complex tectonic structures where is characterized by several subduction zones at northern and eastern part and also active faults (e.g., Palu Koro, Matano and Hamilton faults). These complexities affect crustal structures around the region. In this study, we estimated spatial variation of crustal thickness and their relation with active tectonics. We used waveform data recorded at 10 BMKG broadband stations around Sulawesi Island. Firstly, the continuous data were divided into 20 minutes segments with time shift in every 5 minutes. Once the pre-processing steps for each segment were done, we calculated the CCFs between two contemporaneous segments from two stations and stacked the daily-averaged CCFs over 5 months. We further compressed the two-sided signal into one-sided signal by taking the average of positive and negative lag part of the CCFs in order to stabilize the dispersion curves of group velocities. To fit the synthetic and the observed group velocities, we adjusted the two layers crustal velocity model from CRUST 1.0 (Laske et al., 2013) corresponding to the observation group velocities. The velocity model that is faster than the observation was subtracted 5% and 10% to find the best crustal thickness with minimum RMS between observations and synthetics at period of 20s –30s. To confirm our procedure above, we currently apply the similar procedure to estimate the well-known Moho discontinuity in Tohoku region, Japan. We collected 5 months continuous waveform data from vertical components of 10 F-net stations around Tohoku region. The results showed that the slower velocity models makes the crustal thickness shallower. The estimated depth of Moho discontinuity beneath Tohoku region is about 20km –30km using subtracted velocity models. This is almost consistent with previous studies (e.g. Zhao et al., 1990). While the estimated depth of Moho discontinuity at eastern part of Central Indonesia is about 27km –35km which is related to the ocean crust, Batui and Sula thrust and at the continent of Sulawesi Island the estimated depth of Moho is about 35km –45km.

Keywords: Central Indonesia, Tohoku Region, Crustal structure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地震波干渉法イメージングによって推定された南アルプス南端部地域下の地下構造

Subsurface structure below the southernmost area of South Japanese Alps estimated by seismic interferometry imaging

*渡辺 俊樹[1]、長谷川 大真[1]、伊藤 谷生[2]、狩野 謙一[3]、阿部 進[4]、藤原 明[5]、河内 善徳[6]
*Toshiki Watanabe[1], Hasegawa Daima[1], Tanio Ito[2], Ken'ichi Kano[3], Susumu Abe[4], Akira Fujiwara[5], Yoshinori Kouchi[6]

1. 名古屋大学大学院環境学研究科、2. 地震予知振興会、3. 静岡大学、4. 石油資源開発（株）、5. 石油天然ガス・金属鉱物資源機構、6. （株）ジオシス
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. Association for the Development of Earthquake Prediction, 3. Shizuoka Univertity, 4. JAPEX, Co. Ltd., 5. JOGMEC, 6. Geosys, Inc.

東海地域では、フィリピン海プレートの沈み込みに起因して巨大地震の発生のみならず低周波地震やスロースリップイベントといった地震学的なイベントが起こっている。また、東海地域東部はフィリピン海プレートの沈み込みと伊豆弧の衝突との遷移域である。この地域の地下構造を理解するために、既存の構造探査の空白域を埋めるように、2013年に南アルプス南端部地域で地震観測点34点から構成される稠密地震計アレイによる4ヶ月間の自然地震観測が行われた。

本研究では、その観測記録を用いて地震波干渉法イメージングを行った。地震波干渉法は、2つの観測点で記録された地震波の相互相関を計算することで、一方の観測点を仮想的な震源として他方の観測点で観測される反射波を取り出すことができる手法である(Wapenaar, 2003)。単一の観測点では、地震波の自己相関がその観測点を仮想的な震源として観測される反射波記録に等しい(Claerbout, 1968)。本研究では、フィリピン海プレートと地殻内の構造をイメージングするために、太平洋プレートのスラブ内で発生した近地深発地震を用いて、P波とS波それぞれについて、自己相関解析を行い反射断面を作成した。この際に、隣り合う2つの観測点の記録の相互相関波形をそれらの中点の座標に投影し、擬似的に観測点密度を高めた。トモグラフィで得た速度構造を用いてマイグレーションを施して反射深度断面を得た。

S波反射断面では、深さ約25 kmを境に浅部で反射が多く深部で反射が少なく、また、この境界は測線東部行くに従って浅くなるという特徴が見られた。本研究の測線に接続する既存の構造探査の結果や既存のプレート境界モデルと比較し、深さ25 kmの連続性のよい反射面をプレート境界と解釈した。この解釈は、フィリピン海プレートの玄武岩質の海洋性地殻が低VS・高VP/VSであり非地震性であるというHirose et al. (2008) の結果と調和的である。測線の東部ではプレート境界に対応する反射面が得られなかったが、この理由として、この領域ではKodaira et al. (2004)で指摘される珪長質な島弧地殻が沈み込んでおり、陸側地殻と大きな物性値コントラストがない可能性、伊豆弧衝突による複雑な地殻構造の影響の可能性が考えられる。

キーワード：地震計アレイ観測、地震波干渉法、反射深度断面、プレート境界
Keywords: seismic array observation, seismic interferometry, reflection depth profile, plate boundary

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Strong variations of near-surface seismic anisotropy of Taiwan revealed by coda interferometry

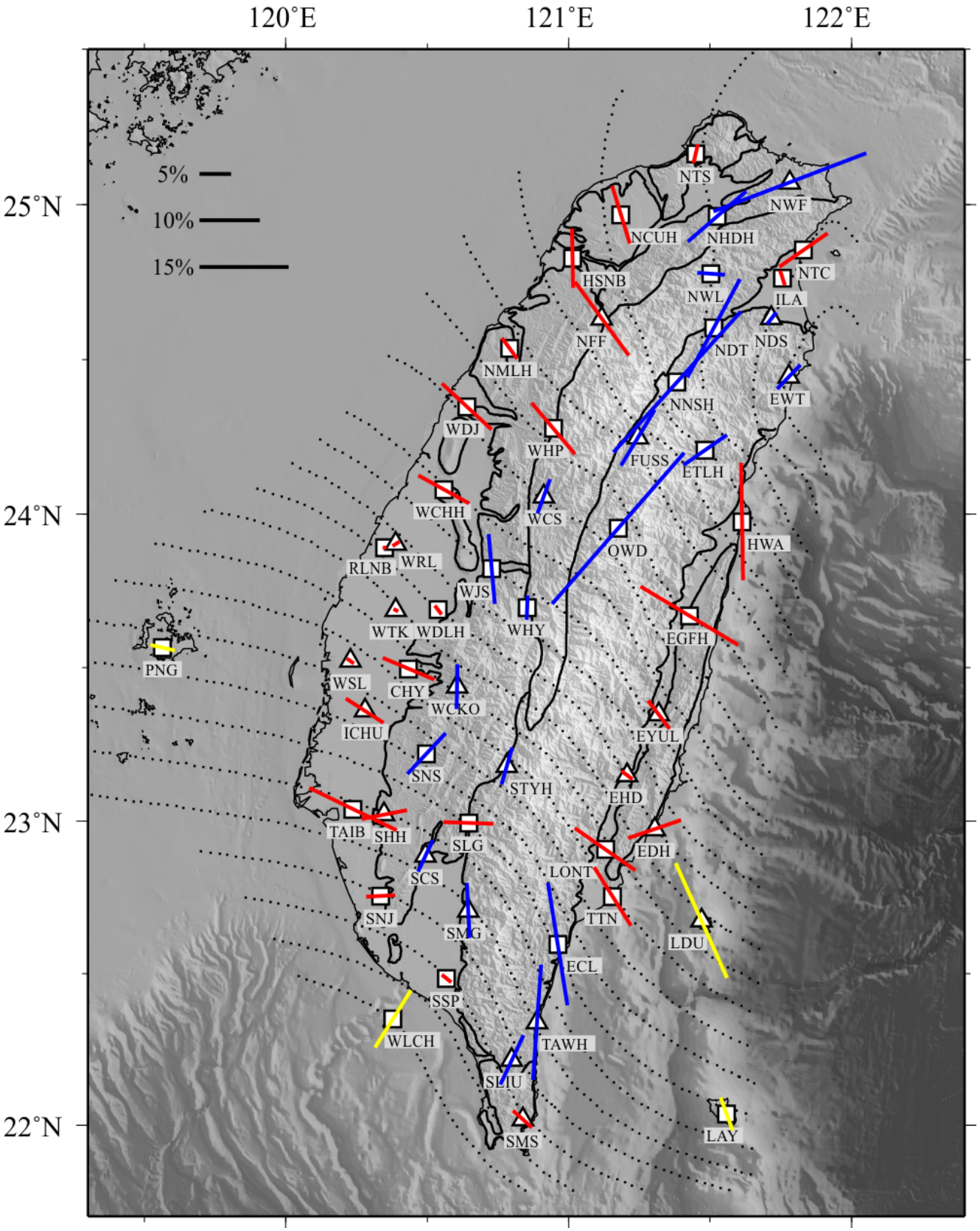
*Hsin-Yu Lee[1], Yuancheng Gung[1], Li-Wei Chen[2], Ling-Yun Chiao[3]

1. Department of Geosciences, National Taiwan University, Taiwan, 2. Department of Earth and Planetary Science, University of California at Berkeley, CA, USA, 3. Institute of Oceanography, National Taiwan University, Taiwan

We report the near-surface (<500 m) seismic structure, Vs, Vp and Vs anisotropy, of Taiwan using the empirical Green’ s function of body waves extracted by applying coda interferometry to the vertical station pairs at 56 borehole sites. We find clear characteristic cos2θ dependence of Vs in all the determinations of Vs azimuthal anisotropy. Because the borehole sites are located at very diverse geological structures of Taiwan, we are able to notice the following interesting features about the near-surface Vs anisotropy: (1) The patterns of the observed anisotropy fall into two categories, OPA (Orogeny-Parallel Anisotropy) and SAA (Stress-Aligned Anisotropy), and both types of anisotropy fit well the local geological fabrics and/or the ambient stress. (2) About half of the amplitudes of anisotropy are larger than 10 %. The site with the largest amplitude of anisotropy (34%) is located in the slate belt of the Central Ranges, while the sites with weak anisotropy (~1%) are associated with low Vs and/or small strain rate. (3) The amplitudes of OPA are generally stronger than SAA, and the types of anisotropy are closely related to the Poisson’ s ratios at the borehole sites. (4) The strong variations of the OPA amplitudes can be explained by the rock types in the well body with the metamorphic rocks carrying stronger anisotropy than the sedimentary rocks. (5) The strong near-surface anisotropy also implies that delay times contributed by the shallow crust might have been underestimated in studies of shear-wave splitting measurements using the direct arrivals of earthquakes waves.

Keywords: coda interferometry, near-surface seismic anisotropy, Taiwan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Investigating anomalous crustal structures along the convergent zone in eastern Taiwan with the new airborne magnetic survey and updated seismic tomographic models

*Chi-Hsuan Chen[1], Hsin-Hua Huang[2], Lun-Tao Tong[3], Wayne Lin[3], Po-Tsun Lee[1], Shou-Fang Chang[1], Jin-Fa Lee[1]

1. Cntrl. Geo. Surv., MOEA, Taiwan, 2. Inst. Earth. Sc., Acad. Sinica, Taiwan , 3. Industr. Technol. Res. Inst., Taiwan

The convergence between Eurasian plate and Philippine sea plate produces the tectonically and geodynamically complex regions of Taiwan. The orogeny has been suggested as from ancient oceanic-oceanic plate subduction transforming to the continental-oceanic plate collision as the proceeding of the accreted volcanic arcs. The major suture of the plate boundary in eastern Taiwan, the Longitudinal Valley, contributes most of the seismic activities and absorbed about half of the plate convergence. How the shortening and disappearance of the oceanic plate provoked multidisciplinary researches in discussing the kinematics and the related earthquake structures.

Local seismic tomography is a useful technique for unraveling the subsurface structures. The Taiwan seismic tomographic studies that are advanced by large projects or by integrating multiple data sets have been proposed in recent years. Furthermore, since 2012 the seismic signal digitization of the Central Weather Bureau (CWB) seismic network was upgraded from 12 to 24 bit, and the potential timing issue of telemetry delays has been eliminated with onsite GPS time system. Additionally, the new airborne magnetic survey has been carried out in eastern Taiwan by the Central Geological Survey (CGS) and the Industrial Technology Research Institute (ITRI) recently. High magnetic anomalies were detected not only in the volcanic arc but also in the eastern Central Range along the north-south trending Longitudinal Valley. These observations motivate us to revisit the subsurface structures with updated seismic tomographic models using new CWB data sets from 2012 to 2015.

The iso-velocity contours of the updated model keep similar structures with the previous model at first order but furtherly reveal more details. A continuous high-Vp and high-Vp/Vs bulge which extends to the shallow depths of the eastern Central Range has been interpreted as a high-pressure rock exhumation along the subduction of South China sea plate or an obducted Luzon forearc sliver. On the other hand, the new airborne magnetic survey reveals two individual high magnetic stripes that share the same high magnetic characteristics with the oceanic crust. However, the magnetization vectors behave oppositely in the direction at both flanks of the Longitudinal Valley. Such findings of these integrated geophysical analyses enable us to discuss the anomalous crustal structures and their tectonic implications.

Keywords: Airborne magnetic Survey, Seismic tomography, Forearc obduction, Exhumation, Oceanic crust

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_20

[S-SS12] 地殻構造

コンビーナ:中東 和夫(東京海洋大学)

固体地球の第一層を構成する地殻の構造について検討する．観測に基づく構造の記述やその進化の解明に加え，地震や火山など地殻内における諸現象の理解，地殻内物質の地質学的研究など，地殻に関わる多様な視点からの講演を歓迎する．また，これらの理解の基礎となる観測手法やデータ処理手法などについての発表も歓迎する．

[SSS12-P01] 2017年9月3日に北朝鮮で発生した爆発的事象による長周期表面波位相速度の地域的な違い

*山田 浩二[1] (1.株式会社　阪神コンサルタンツ)

[SSS12-P02] S-netで観測された遠地地震表面波の到達時間空間勾配を用いた位相速度推定

*石上　朗[1]、高木 涼太[1] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)

[SSS12-P03] 相似地震を用いたレシーバ関数解析から推定した日本列島下の地殻構造

*五十嵐 俊博[1] (1.東京大学地震研究所)

[SSS12-P04] **Estimation of the Crustal Structure beneath the Broadband Seismic Network in the Eskisehir Region, Turkey, by Using Receiver Function Method**

*Pinar Duran[1]、Asim Oguz Ozel[1]、Hiroaki Yamanaka[2] (1.ISTANBUL UNIVERSITY-CERRAHPASA、2.TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY)

[SSS12-P05] 北海道における3次元S波減衰構造

*中村 亮一[1]、椎名 高裕[1] (1.東京大学地震研究所)

[SSS12-P06] 日高衝突帯南端部の地下構造
-波形計算を用いた再検討-

*島崎 壮大[1]、津村 紀子[2] (1.千葉大学大学院融合理工学府、2.千葉大学大学院理学研究院)

[SSS12-P07] 北海道沖千島海溝軸周辺における高分解能反射法探査

*中村 恭之[1]、小平 秀一[1]、山下 幹也[1]、三浦 誠一[1]、藤江 剛[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[SSS12-P08] 反射法地震探査による横須賀断層北部の地下構造

*伊藤 忍[1] (1.産業技術総合研究所)

[SSS12-P09] **Crust and Uppermost mantle P-wave velocity structure of the Ordos block and its neighbors based on travel time tomography**

*Yaning Liu[1]、Jianping Wu[1]、Shuxian Bao[1]、Xiaohong Meng[2] (1.Institute of Geophysics, China Earthquake Administration、2.China University of Geosciences (Beijing))

[SSS12-P10] P波とPmP反射波を用いた2016年熊本地震震源域の地殻構造

*趙 大鵬[1]、Wang Haibo[2]、Huang Zhouchuan[2]、Xu Mingjie[2]、Wang Liangshu[2] (1.東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター、2.南京大学地球科学系)

[SSS12-P11] Estimation of 3D velocity structure in Kyushu region by the seismic tomography

*鳥家 充裕[1]、山田 浩二[1] (1.株式会社阪神コンサルタンツ)

[SSS12-P12] レシーバ関数解析を用いた九州南部下のフィリピン海スラブの構造の推定

*内田 雅喜[1]、大倉 敬宏[1]、澁谷 拓郎[1]、安部 祐希[2]、小松 信太朗[1]、山崎 健一[1]、山下 裕亮[1]、吉川 慎[1]、井口 正人[1]、為栗 健[1]、園田 忠臣[1] (1.京都大学、2.温地研)

[SSS12-P13] Imaging subduction structure beneath the eastern part of Kii Peninsula, SW Japan, using an earthquake reflection method

*蔵下 英司[1]、飯高 隆[1]、津村 紀子[2]、岩崎 貴哉[1] (1.東京大学地震研究所、2.千葉大学)

[SSS12-P14] **Tomography of Mejillones Peninsula using cross-correlation of ambient seismic noise**

*Kellen Azua Quezada[1]、Sergio Ruiz[1]、Francisco Pasten-Araya[2,3]、José Salomón[4]、Pablo Salazar[2,3]、Miguel Saez[1]、César Pastén[4]、Felipe Leyton[5]、Wasja Bloch[6] (1.DGF, UChile、2.DG, UCN、3.CIGIDEN、4.DIC, UChile、5.CSN, Chile、6.GFZ)

[SSS12-P15] **Crustal thickness beneath Central Indonesia by the cross-correlation analysis of seismic ambient noise (2)**

*Masyitha Retno Budiati[1]、Genti Toyokuni[1]、Tomomi Okada[1]、Toru Matsuzawa[1] (1.Graduate School of Science, Geophysics Department, Tohoku University)

[SSS12-P16] 地震波干渉法イメージングによって推定された南アルプス南端部地域下の地下構造

*渡辺 俊樹[1]、長谷川 大真[1]、伊藤 谷生[2]、狩野 謙一[3]、阿部 進[4]、藤原 明[5]、河内 善徳[6] (1.名古屋大学大学院環境学研究科、2.地震予知振興会、3.静岡大学、4.石油資源開発（株）、5.石油天然ガス・金属鉱物資源機構、6.（株）ジオシス)

[SSS12-P17] Strong variations of near-surface seismic anisotropy of Taiwan revealed by coda interferometry

*Hsin-Yu Lee[1]、Yuancheng Gung[1]、Li-Wei Chen[2]、Ling-Yun Chiao[3] (1.Department of Geosciences, National Taiwan University, Taiwan、2.Department of Earth and Planetary Science, University of California at Berkeley, CA, USA、3.Institute of Oceanography, National Taiwan University, Taiwan)

[SSS12-P18] Investigating anomalous crustal structures along the convergent zone in eastern Taiwan with the new airborne magnetic survey and updated seismic tomographic models

*Chi-Hsuan Chen[1]、Hsin-Hua Huang[2]、Lun-Tao Tong[3]、Wayne Lin[3]、Po-Tsun Lee[1]、Shou-Fang Chang[1]、Jin-Fa Lee[1] (1.Cntrl. Geo. Surv., MOEA, Taiwan、2.Inst. Earth. Sc., Acad. Sinica, Taiwan 、3.Industr. Technol. Res. Inst., Taiwan)

2017年9月3日に北朝鮮で発生した爆発的事象による長周期表面波位相速度の地域的な違い

Regional difference in long period surface wave phase velocity by an explosive phenomenon generated in North Korea on September 3, 2017

*山田 浩二[1]
*Koji Yamada[1]

1. 株式会社　阪神コンサルタンツ
1. Hanshin Consultants co., ltd.

2017年9月3日の12時30分過ぎに朝鮮民主主義人民共和国を震源とする爆発的な事象が各地で観測された。気象庁による震源の位置は北緯41.3度、東経129.1度、深さ0キロメートルとされており、ほぼ地表付近を震源とする。地表面で発生した爆発的事象であるため、P波以外にレーリー波が観測されており、観測された波形は巨大な表面波探査の観測記録と見ることもできる。

昨年度の地震学会において、観測されたレーリー波は0.03～0.1Hz付近で強い分散性を示しており、大爆破観測のデータを用いてP波速度構造が推定されている近畿地方を対象に、ライン状の観測点を通過する波の位相速度を解析する表面波多チャンネル解析（Multichannel Analysis of Surface Wave）を行ったところ、得られた位相速度は廣瀬・伊藤(2006)を参考に設定した1次元速度構造に概ね対応するとともに、観測されている位相速度はモホ面に至るまでの速度構造を反映したものであると考えられることを示した。

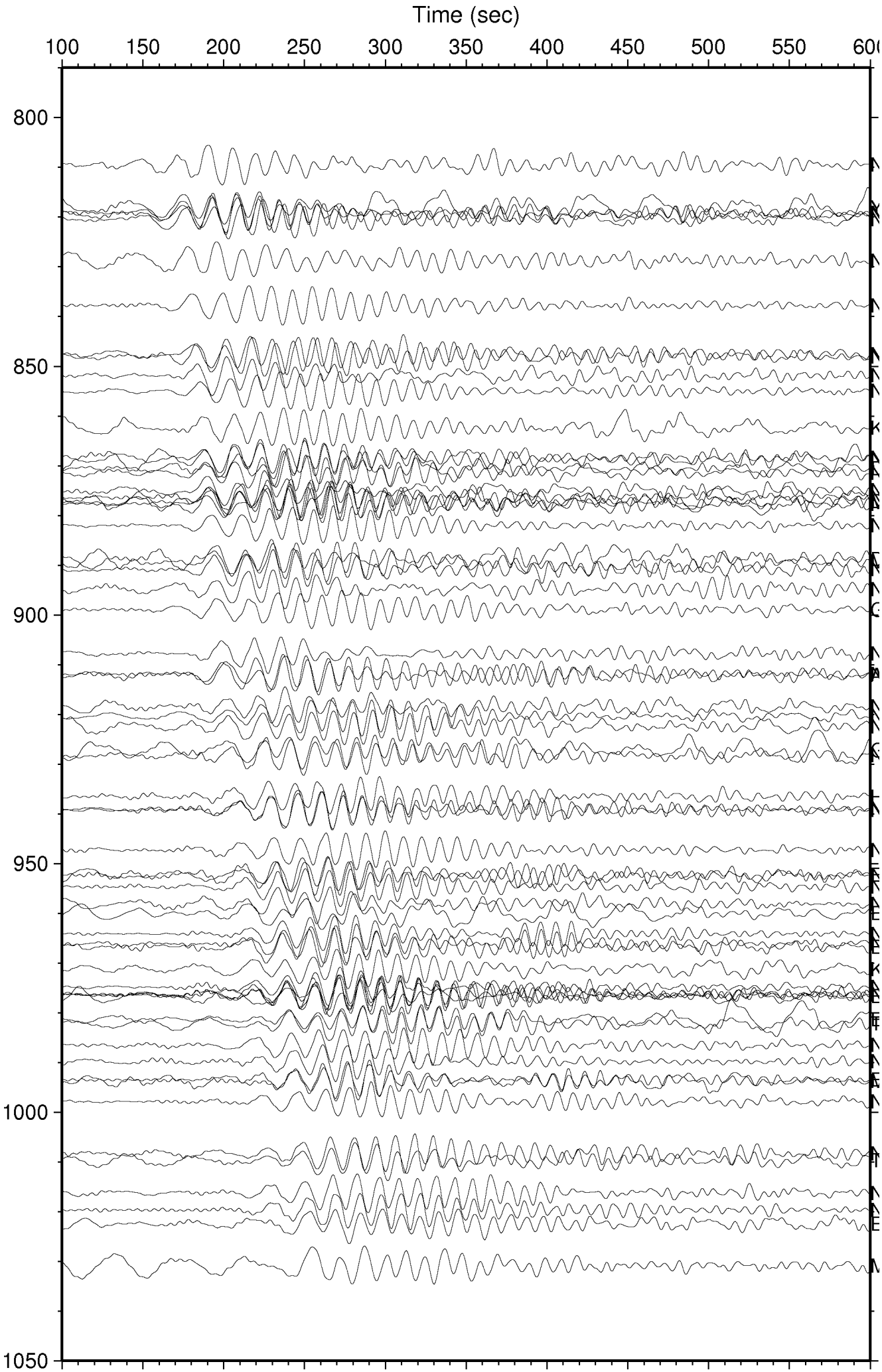
国内各地域について震源からの方位をもとに適当な角度でMASWを行ったところ、得られた位相速度に地域性が見られていたので、それについて報告する。

謝辞

本報告では、防災科学技術研究所広帯域観測網（F-net）・高感度地震観測網（Hi-net）、各国立大学、気象庁の観測データを用いました。記して感謝します。

キーワード：北朝鮮の爆発的事象、長周期表面波、モホ面、表面波多チャンネル解析
Keywords: Explosive phenomenon generated in North Korea, Long period surface wave, Homo, Multichannel Analysis of Surface Wave

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

S-netで観測された遠地地震表面波の到達時間空間勾配を用いた位相速度推定

Phase velocity estimation based on spatial gradient of surface wave arrival time of teleseismic earthquakes observed by S-net

*石上　朗[1]、高木 涼太[1]
*Akira Ishigami[1], Ryota Takagi[1]

1. 東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター
1. Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions, Graduate School of Science

地震発生環境やプレート境界面におけるすべり特性の理解のためには，地震波速度構造が重要な情報の一つになる．また，近年の稠密観測網の整備により，観測波形を波動場として捉えることが可能になってきた．本研究では，2011年東北地方太平洋沖地震後に防災科学技術研究所が整備した日本海溝海底地震津波観測網（S-net）の観測データを用いて，東北日本前弧海域下における表面波位相速度分布を，位相到達時間の空間勾配を取ることで推定した．

解析には加速度計で記録された遠地地震による長周期表面波を使用する．今回解析を行ったイベントは，2018年１月23日にアラスカ湾で発生した深さ25 km，Mw7.9の地震である．今回は観測記録をXYZ成分からUNE成分への座標変換後，上下動成分を用いて，Rayleigh波について解析を行った．解析手法はLin et al. (2009) に従い，解析手順は以下の通りである．まず，狭帯域フィルタを使用した周波数時間解析（FTAN）を行い，観測点毎に位相速度分散曲線を得た．次に，ある周期に着目してその周期における各観測点での到達時刻を空間的に補間して，到達時刻マップを得た．この到達時刻の勾配を計算することでRayleigh波のスローネスを求めることができ，スローネスの逆数を取ることで位相速度分布を得た．これを様々な周期で同様の解析を行い，20-50sの周期について5sごとに位相速度分布を得た．

上で述べた手順のうち，周波数時間解析における位相速度推定には，位相の2πの任意性の問題が存在する．一般に，標準的な位相速度分散曲線を基準としてサイクル数を推定することが行われるが，基準の位相速度分散曲線と実際の位相速度の差が大きい場合や，初期位相による影響が大きい場合には，サイクル数を誤って推定する可能性がある．本研究では，基準とする位相速度分散曲線を繰り返し修正することでこの問題を解決した．まず，初期モデルを陸域におけるPREM１Ｄモデルで与え，周波数時間解析を行い，各観測点で位相速度の分散曲線を得る．次に，得られた位相速度分散曲線の平均を取り，それを次のイタレーションの際の基準分散曲線として用いて周波数時間解析を行う．この処理を繰り返し行うことで，観測網において一定のサイクル数を得ることができた．

以上の解析で得られた位相速度は3.6-3.9km/sであり，Rayleigh波の位相速度として妥当な値が得られた．位相速度の周波数分散も確認することができ，周期45sにおいては高速度領域であるスラブを示すような速度異常が確認できた．また，宮城・福島沖の領域がそれより北および南の領域に比べて高速度を示すパターンも確認できた．

今後は，今回推定された位相速度の空間パターンが地下構造を反映したものであるのか，それとも解析上生じたものなのかを，解析する地震を増やすことで確かめたいと考えている．また，到達方向が異なる複数の地震のデータを用いることによって，速度異方性を推定することができると考えており，その解析も今後進めていく予定である．また，位相到達走時マップを得る際の補間方法について検討が必要であると考えている．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：S-net、表面波、トモグラフィー、東北沖地震、位相速度
Keywords: S-net, surface wave, tomography, Tohoku-oki earthquake, phase velocity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

相似地震を用いたレシーバ関数解析から推定した日本列島下の地殻構造
Crustal seismic velocity structure in the Japanese Islands from receiver function analysis using similar earthquakes

*五十嵐 俊博[1]
*Toshihiro Igarashi[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

The stress and strain changes due to the recurrence process on the inter-plate great earthquakes of the subducting plate should have a significant effect on shallow inland seismicity and velocity structure in the overriding plate. In this study, we applied receiver function analysis using similar earthquakes, which repeatedly occurred at almost the same location, to investigate the spatiotemporal change of the crustal seismic velocity structure beneath the Japanese Islands. Similar earthquakes used as data were extracted from the seismograms of medium-sized earthquakes, which observed in the seismic network of Japan and occurred in the epicentral distances between 30 degrees and 90 degrees in the periods from September 1989 to February 2016. We estimated temporal changes of crustal seismic velocity structure by receiver function analysis from the selection of pairs of similar earthquakes occurred before and after the 2011 Tohoku-Oki earthquake (M9.0). In this analysis, we assumed that the depths of the Moho discontinuity, which estimated using all available data for the above period, do not change within the analysis period. As a result, we detected areas of decreased crustal velocity to the west of the source region of the Tohoku-Oki earthquake. We suggest that the stress change by a great inter-plate earthquake affected the velocity reduction or velocity polarization. On the other hand, the crustal velocity increased to the north of the source region. This change may be caused by the effect of the postseismic deformation after the 2003 Tokachi-Oki earthquake (M8.0). However, it is difficult to specify the accurate timing of the change because of long-term data stack. The impact of the great earthquakes has been widespread for a long time. The further studies of the seismic velocity structure in arbitrary period will clarify the cause of changes.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimation of the Crustal Structure beneath the Broadband Seismic Network in the Eskisehir Region, Turkey, by Using Receiver Function Method

*Pinar Duran[1], Asim Oguz Ozel[1], Hiroaki Yamanaka[2]

1. ISTANBUL UNIVERSITY-CERRAHPASA, 2. TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Receiver function imaging is an important tool for the investigation of the crust and upper mantle structure. The P to S conversion (Ps) from the Moho is typically one of the most prominent phase on the P-wave receiver funtions. The time delay between the Ps converted phase and direct P wave is sensitive to the depth of the velocity discontinuities, and the average S wave velocity above it. Estimates of the depth and thickness of the Moho and V_P /V_S ratio of the crust are important goals of many receiver funtion investigations. In the frame of the Turkey-Japan joint project, we attempt to determine S-wave velocity structure of the crust beneath Eskisehir Region, described by various tectonic settings. The teleseismic events are recorded by broadband three-component seismic stations of ANA-NET Seismic Network, which is operated by the Eskisehir Anadolu University since 2010. The seismograms from these events, whose epicenters lay at distances greater than 30°, were deconvolved in the time domain to remove the unwanted noise and then stacked to obtain better receiver functions. This information will be used to establish a linear relationship between thickness and V_P /V_S ratio, each of which is stacked for a given station to identify a best-fit estimate for depth to the Moho and Vp/Vs ratio. To determine their accuracy, these results will be compared with other geophysical studies performed in the region, 1-D crustal models will be presented at the conference. This study is supported by the Joint Research Project under the Bilateral Program of the Japan Society for the Promotion of Science (JSPS) and The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) under Grant TUBITAK 116Y524.

Keywords: Receiver Function Analysis, Crustal structure, P-receiver functions, Waveform inversion, Eskisehir Fault Zone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道における3次元S波減衰構造
Three-dimensional S-wave attenuation structure in and around Hokkaido, Japan

*中村 亮一[1]、椎名 高裕[1]
*Ryoichi Nakamura[1], Takahiro Shiina[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

1. はじめに

北海道は東北日本弧と千島弧の衝突帯（e.g.Kimura,1994,JGR）に位置し、地殻構造が非常に複雑であると考えられている。例えば，Kita et al. (2012. JGR）によると，地殻が太平洋スラブ付近まで深く潜り込んでいることが指摘されている．また，2018年9月6日に発生した北海道胆振東部地震（M6.7）の震源深さ（37 km）は内陸地震としてはかなり深い．このため，余震分布を含め，胆振東部地震の発生には衝突帯に発達した複雑な地下構造が密接に関係していると考えられる。

北海道周辺では既に詳細な地震波速度や減衰のトモグラフィー研究が幾つか行われている(e.g., Kita et al., 2014, JGR; Shiina et al., 2018, JGR)．これらの研究をみると日高山脈の西の地域の深さ10km付近で、Low QpやLow Vp, Vs及びHigh Vp/Vsが存在し、それらが太平洋プレート上面付近と考えられる深さ50km付近まで達している。一方で，同領域におけるQs構造はあまりよくわかっていない．したがって，本研究では日高山脈を中心とした北海道におけるQs構造を三次元スペクトルインバージョン法により詳細に検討した。

2. 方法及びデータ

検討範囲は、東経138˚～148˚、北緯39˚～46˚とし、ブロックサイズは経緯度に対して各0.1˚、深さ方向に10kmとした。手法は三次元スペクトルインバージョン法 (中村・植竹, 2002)を用い，震源特性、サイト特性及び各ブロックのQs値を未知パラメータとした。

解析データとして防災科学技術研究所のK-net及び地表KiK-netで記録された地震記録を用いた．解析期間はそれぞれの観測点の観測開始時期から2018年11月として，Mj4以上の地震を対象とした。なお，深さが30km以浅の地震については震央距離100km以内、深さ30km以深の地震については震央距離500km以内の観測点を使用した。また，地盤非線形の影響を除去のため100Gal以上の地震記録を除いた。スペクトル振幅はNS成分のS波主要動部分から計算し，１～10 Hz について1Hzごとに求めた。

3. 結果

図１に10Hzにおいて推定されたQs構造を示す．なお，解像度解析を行い，信頼性の低い領域はマスクした．このQs構造からは，火山下30-40 kmにおける高減衰（Low-Qs）域や太平洋スラブに対応する低減衰（High-Qs）域の存在など，おおよそ東北地方(e.g., 中村・植竹, 2004, Liu et al., 2014)と類似した特徴が得られた．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

加えて，日高山脈西側では深さ0-20 kmにおいて顕著な高減衰域が推定された．この高減衰域は深さ40 km程度まで連続して分布しているように見える．この特徴はQp構造(Kita et al., 2014)とも整合的である．さらに，日高山脈付近に高減衰域と並行した低減衰域がイメージされた．これらの結果は，東北日本弧と千島弧の衝突に伴い，日高山脈付近では数10 km程度の空間スケールで強い不均質構造が発達していることを示している．

2018年9月6日に発生した北海道胆振東部地震は，この日高山脈西側に発達する高減衰域の西端に位置する（図1の深さ30-40 kmの結果）．胆振東部地震の震源域周辺では，高減衰域と低減衰域の境界がほぼ南北に分布しており，この走行は日高周辺の地質構造の走行とほぼ同じである．胆振東部地震の余震も南北方向に分布することから，本研究では得られたQs構造は，衝突帯に沿って発達した不均質構造が胆振東部地震発生域周辺の地震活動に密接に関係していることを示すものである．

謝辞：防災科学技術研究所K-NET、KiK-netデータを使用しました。記して感謝いたします。

キーワード：北海道、衝突帯、S波減衰構造、2018年胆振東部地震
Keywords: Hokkaido, Collision zone, S wave attenuation structure, the 2018 Eastern Iburi Earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

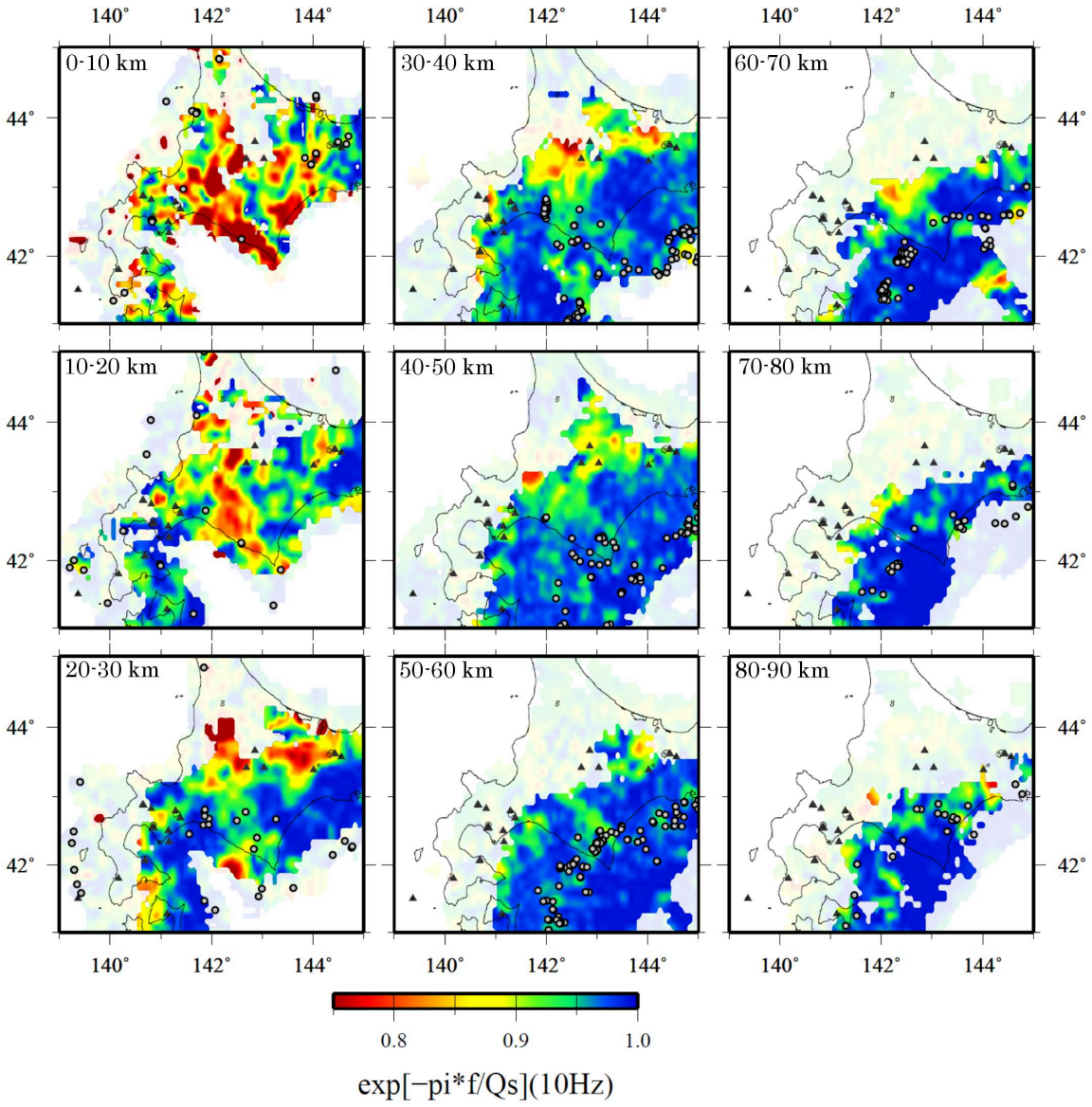


Fig.1 Qs structure in and around the Hokkaido, Japan, obtained at 10 Hz. Less resolved area are masked in the figure. White circles denote the locations of earthquakes used in this study. Black triangles is active volcanoes.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日高衝突帯南端部の地下構造 -波形計算を用いた再検討-

Reexamination for the subsurface structure beneath the southern part of the Hidaka Collision Zone, Hokkaido, Japan by using a numerical test of wave propagation

*島崎 壮大[1]、津村 紀子[2]
*Masahiro Shimazaki[1], Noriko Tsumura[2]

1. 千葉大学大学院融合理工学府、2. 千葉大学大学院理学研究院
1. Graduate School of Science and Engineering, Chiba University, 2. Graduate School of Science, Chiba University

北海道中南部に位置する日高衝突帯では、太平洋プレートの斜め沈み込みで引きずられた千島前弧が東北日本弧に衝突し、千島弧の上部および下部地殻上部が日高主衝上断層(HMT)での断層運動により地表に露出している。
この地域の地下の構造を調べる目的で、1990年代、日高衝突帯南端部では衝突帯を横切るように3つの測線を配置し反射法地震探査が行われた。Tsumura et al. (1999)は得られた時間断面図から、千島弧側の下部地殻が深さ約23kmを境に、北東傾斜の衝上する層と南西傾斜の沈み込む層に分かれているデラミネーション構造が発達していると解釈した。後に3つの測線を統合して解析したIto et al. (2000)や、CRS/MDRSによって再解析したIto et al. (2013)でも同様の深度断面図が得られデラミネーション構造を支持している。
一方、Kita et al. (2012)は走時インバージョン法により同領域の3次元地震波速度構造を求め深さ約23km以浅についてはIto et al .(2000)と同様の解釈をしたが、23km以深では東北日本弧側の地殻物質がプレート境界まで到達する構造を推定した
デラミネーションが発達しているとすると、北東傾斜の衝上する層に対応する長さの南西傾斜の沈み込む層が地下に存在していると期待される。しかしIto et al. (2013)の深度断面図では深さ23kmから38kmまで2つの平行な反射面は確認できるものの、より深部の反射面は見いだせなかった。またKita et al. (2012)の解釈では深部の南西傾斜を示す反射面に対応する物性的な違いがないため，現在得られた反射断面を十分に説明できない可能性がある。そこで本研究では2つの解釈をもとに作成した地下構造モデルに対して反射探査と同じ仕様で発振を行ったとき、どのような反射波記録が得られるか、解析ソフトMadagascarを用いて計算した。
波形計算のために、Ito et al. (2000)の解釈をもとに、38km以深にも千島弧側の下部地殻が連続して沈み込んでいると仮定した地下構造モデル(以下Delamiモデル)と、Kita et al. (2012) の解釈をもとに、千島弧側の下部地殻が沈み込まずマントル物質が上昇してきている地下構造モデル(以下Non-Delamiモデル)の2つのモデルを作成した。2つのモデル内は上部地殻・下部地殻・マントル・海洋プレートに分け、それぞれの層の物質の平均的な密度を設定した。どちらのモデルもKita et al. (2012)で得られた地震波速度構造をもとに各層の速度を与えた。
波形計算の結果、Delamiモデルではデラミネーションした下側の層の沈み込みはじめの部分付近からの反射波のみが設置されている測線内に届き、それ以深からの反射波は測線より南西側の領域に到達することがわかった。Non-Delamiモデルに対して計算された波形では、実際の反射断面で見られたような深さ約23km～38kmの南西傾斜の反射面からの反射波が到達する時刻に波群は見られなかった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：衝突帯、日高、地下構造、反射法探査
Keywords: Collision zone, Hidaka, Subsurface structure, Reflection survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道沖千島海溝軸周辺における高分解能反射法探査
High resolution seismic surveys in the Kuril trench off Hokkaido

*中村 恭之[1]、小平 秀一[1]、山下 幹也[1]、三浦 誠一[1]、藤江 剛[1]
*Yasuyuki Nakamura[1], Shuichi Kodaira[1], Mikiya Yamashita[1], Seiichi Miura[1], Gou Fujie[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine Earth Science and Technology

千島海溝では過去に十勝沖地震に代表される巨大地震が発生し、津波を含む災害を引き起こしてきた。近年、千島海溝域での巨大地震発生確率が高まっているとの評価がなされるなどこの海域での調査・研究の重要性が高まっているが、他の海域に比べてこれまでの調査は十分と言えない。我々は2016年と2018年に襟裳岬付近から釧路沖にかけての千島海溝軸周辺において、深海潜水調査支援母船「よこすか」と可搬式MCSシステムを用いた反射法探査を実施した。測線間隔は約6km、測線長は約35kmの24測線で、長さ1.2kmのストリーマーケーブル、容量380立法インチのクラスターガンによってデータを取得した。得られた反射断面の特徴は以下のとおりである。沈み込む太平洋プレートは折れ曲がり断層による変形を受けており、断層の落差は大きいもので往復走時にして約300 –400 msのものが見られる。調査範囲の太平洋プレート上には襟裳海山、拓洋第一海山等の海山が存在し、海山周辺では堆積層が薄くなる。海山から遠い測線では堆積層の厚さは500msを超える測線も見られる。海溝軸に関しては、特に釧路海底谷から西側で海溝充填堆積物が厚く堆積しており、厚いところでは800msにもなっている。陸側斜面下の堆積層内は不明瞭な測線が多いが、いくつかの測線では陸側傾斜の反射面が見られる。また、襟裳海山近傍の測線では陸側斜面最下部で斜面崩壊を示唆する断面が得られている。

キーワード：千島海溝、反射法探査、海山、堆積物
Keywords: Kuril trench, seismic imaging, seamount, sediments

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

反射法地震探査による横須賀断層北部の地下構造
Subsurface Structure at the North of the Yokosuka Fault by Seismic Reflection Survey

*伊藤 忍[1]
*Shinobu Ito[1]

1. 産業技術総合研究所
1. Geological Survey of Japan, AIST

1945年1月13日に発生した三河地震（M6.8）は，深溝断層および横須賀断層を震源とするとされている．相対的に南側に位置する深溝断層は逆L字型を示し，北側に位置する横須賀断層はL字型を示している．このうち特に横須賀断層の南北走向区間は震源断層ではなく，二次的な地変である可能性が指摘されている（Ando, 1974）．杉戸・岡田（2004）は地表の変位の記録を丹念に精査した．彼らは，横須賀断層の南北走向区間が二次的な地変の可能性に言及しつつも，地震を発生させた震源断層が地表に到達したものである可能性が高いとしている．Kikuchi et. al. (2003) は地震波形インバージョンにより震源モデルを推定しているが，杉戸・岡田（2004）は地表地震断層とは不調和であると述べている．このように，横須賀断層の南北走向区間の解釈は未だ判然としているとは言い難い．我々は横須賀断層の北部とされる愛知県西尾市志籠谷町周辺で，横須賀断層が深部に延長しているか否かを明らかにするために，P波反射法地震探査を実施した．

調査は，横須賀断層北部を対象とする測線（GS-NSO2）の他，高浜断層南東延長部を対象とする測線（GS-NSO1）をあわせて，2018年9月27日から10月2日まで実施した．測線長は1810mである．発震はIVI社製EnviroVibeを1台使用した．スイープ周波数は10～120Hz，スイープ長は16秒である．発震点間隔は5mを基本とし，一部区間は2.5mで稠密発震を行った．総発震点数は421点で，各点で3～5回発震した．受振器はGeospace社製のOMNI-2400（固有周波数15Hz）の3連を使用した．収録にはGeospace社製の独立型レコーダーGSXを使用した．受振点間隔は5m，総受振点数は342点である．処理は通常のCMP重合法を用いた．

得られた断面には，断層の存在を示唆する特徴は得られなかった．過去のトレンチ調査によれば，三河地震に約2万年先行して地震が発生しているとされている．三河地震とその先行する地震による変位の和はせいぜい2m程度のようである．仮に2mしか変位がないとすれば，今回の調査での変位の検出は不可能である．しかしながら，もし深部に進むほど変位が累積していれば，その検出は可能であると考えられる．少なくとも，今回の調査で変位が累積しているという兆候を見出すことはできなかった．

キーワード：横須賀断層、断層、反射法地震探査
Keywords: Yokosuka Fault, fault, seismic reflection survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Crust and Uppermost mantle P-wave velocity structure of the Ordos block and its neighbors based on travel time tomography

*Yaning Liu[1], Jianping Wu[1], Shuxian Bao[1], Xiaohong Meng[2]

1. Institute of Geophysics, China Earthquake Administration, 2. China University of Geosciences (Beijing)

The Ordos block is located on the west side of the North China Carton, adjacent to the northeastern part of the Tibetan Plateau, with the Yinshan organic belt to the north and the South China block to the south. And the tectonic evolution of Ordos block is controlled by the North China basin extension caused with subduction of the Pacific plate and the extrusion and sheared from the northeastern margin of the Tibet Plateau follow the collision of the Indian-Eurasian plate.

The study area spans from 32˚N to 42˚N and 108˚E to 114˚E , which includes the Ordos block and its adjacent structures . The seismic data we used for inversion were recorded by 1244 stations including: 198 permanent stations and 1043 temporary stations (ChinArray II and III), from November 2013 to August 2017. The study uses local-seismic for inversion. After manual labeled the seismic phase, we select events with more than ten phase records of individual seismic events. The epicentral distance is less than 200km. Finally, we obtained about 22,500 phase records of 1882 local seismic events.

Our preliminary research results are consistent with previous studies and surface structures of a wide range of velocity distributions. However, in the middle-upper crust under the Liupan Mountain, the low-speed anomaly extending downward is shown, which may be caused by the horizontal extrusion caused by the eastward asthenosphere flow driven by the continuous compression of the northeastern margin of the Qinghai-Tibet Plateau during the Cenozoic. While, in the middle crust of the Ordos Basin, there are weak high-speed anomalies that divide the low-speed disturbances in the basin into three parts, showing the fluctuation of the crystalline basement of the basin. In the Taihang Mountains in the west of the study area, low-velocity anomalies extending to the upper layer of the mantle are shown. We initially believe that this anomaly is related to the volcanic thermal motion that once existed on the area.

Keywords: P-wave velocity structure, Ordos block

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

P波とPmP反射波を用いた2016年熊本地震震源域の地殻構造
Seismic imaging of the 2016 Kumamoto earthquake area using P and PmP data

*趙 大鵬[1]、Wang Haibo[2]、Huang Zhouchuan[2]、Xu Mingjie[2]、Wang Liangshu[2]
*Dapeng Zhao[1], Haibo Wang[2], Zhouchuan Huang[2], Mingjie Xu[2], Liangshu Wang[2]

1. 東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター、2. 南京大学地球科学系
1. Department of Geophysics, Tohoku University, 2. School of Earth Sciences and Engineering, Nanjing University

We determined a high-resolution model of 3-D P-wave velocity (Vp) tomography of the crust in the source zone of the 2016 Kumamoto earthquake (M 7.3) in Kyushu, SW Japan using a large number of arrival times of first P-waves and reflected P-waves from the Moho discontinuity (PmP). The PmP data are collected from original seismograms of the Kumamoto aftershocks and other local crustal events in Kyushu. Detailed resolution tests show that the addition of the PmP data can significantly improve the resolution of the crustal tomography, especially that of the lower crust. Our results show that significant low-velocity (low-Vp) anomalies exist in the entire crust beneath the active volcanoes, which may reflect the pathway of arc magma. The 2016 Kumamoto earthquake occurred at the edge of a small low-Vp zone in the upper crust. A significant low-Vp anomaly is revealed in the lower crust beneath the source zone, which may reflect the arc magma and fluids ascending from the mantle wedge. These results suggest that the rupture nucleation of the 2016 Kumamoto earthquake was affected by fluids and arc magma.

キーワード：熊本地震、地殻反射波、地震波トモグラフィー
Keywords: Kumamoto earthquake, crustal reflected wave, seismic tomography

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Estimation of 3D velocity structure in Kyushu region by the seismic tomography

*鳥家 充裕[1]、山田 浩二[1]
*Toya Mitsuhiro[1], Koji Yamada[1]

1. 株式会社阪神コンサルタンツ
1. Hanshin Consultants Co., Ltd.

1. Introduction

A high-resolution crustal structure in the volcanic zone is basic information for prediction of volcanic activity in the future. Therefore, in this study, we carry out preliminary research in Kyushu region aiming at the estimation of three-dimensional (3D) velocity structure in the volcanic zone by the 3D seismic tomography. In this region, it is suitable for this study because a large number of earthquake records of the main shock and aftershocks of the Kumamoto earthquake that occurred in April 2016 can be used and there are many volcanoes such as Mt. Aso and Mt. Unzen. Thus, we perform the 3D seismic tomography in Kyushu region for the estimation of 3D velocity structure, and consider problems on application to the volcanic zone.

2. Data and Method

We used arrival time data downloaded from the website of National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience (NIED). We selected 59011 earthquakes observed at 141 stations from April 2016 to March 2017. The selected area is 129.3˚E ~ 132.1˚E, 30.9˚N~ 34.0˚N, 0 ~ 50 km in depth. And, for P-wave arrivals, we added 804 earthquakes observed at 4 V-net stations at Mt. Aso and travel time data obtained by explosion seismic observations in the Hinagu fault area, Kyushu (The Research Group for the 2003 Hinagu Fault Seismic Expedition, 2008) and Eastern Kyushu (RESEARCH GROUP FOR EXPLOSION SEISMOLOGY, 1999). In total, our selection result in 871,690 P-wave arrivals and 840,633 S-wave arrivals.

We estimate 3D seismic velocity structure using the Fast Marching Tomography (FMTOMO) method of Rawlinson et al. (2006). This program uses the fast marching method via finite difference solution of the eikonal equation (Sethian, 1996) for calculation of synthetic travel times. The model area is 129.2˚E ~ 132.2˚E, 30.8˚N~ 34.1˚N, -4 ~ 52 km in depth. The horizontal grid spacing is 0.1˚(about 10 km) and the vertical is 4 km (the number of grids is 34×31×15 for three coordinate axis). An initial velocity structure model is JMA2001 (Ueno et al. 2002) and we set six iterations of the tomographic inversion scheme. Then, we examined the resolution of the tomographic inversion using a checkerboard resolution test (CRT). The size of checker is 2×2×2 in grid number, and the velocity perturbation for the initial velocity structure model is ±0.1 km/s. As a result of the CRT, we confirmed that checkerboard pattern is well resolved up to about 20 km deep in the Kumamoto area.

3. Results

Figure 1 shows plan views of the P-wave velocity and the S-wave velocity structures obtained here at 4 km depth. The pattern of velocity variation is similar to each other and pronounced low velocity area exists in the southern Kumamoto. At 0 ~ 1 km depth, low velocity area exists in the Kumamoto Plain. However, in this study, pronounced velocity variation is not seen beneath Mt. Aso and other volcanic zones. So, for improving the resolution, we are going to add earthquakes in the area with less them and stations (K-net, V-net and so on).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Acknowledgments
We would like to thank the National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience (NIED) for the use of the arrival time and the seismic data. All figures are made using the free software GMT (Wessel & Smith 1998).

キーワード：地震波トモグラフィー、速度構造、九州
Keywords: seismic tomography, velocity structure, Kyushu

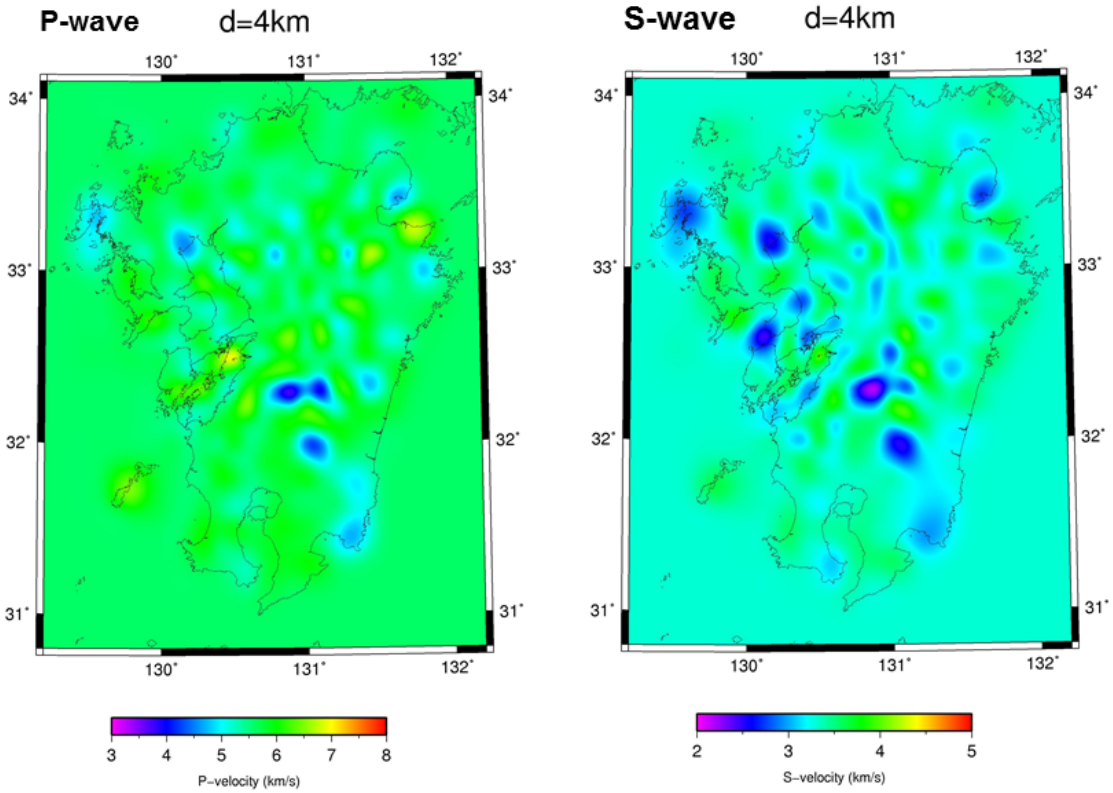


Fig. 1. Plan views of velocity structure for Vp (left), velocity structure for Vs (right)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

レシーバ関数解析を用いた九州南部下のフィリピン海スラブの構造の推定
Estimation of the structure of the Philippine Sea slab under south Kyushu using receiver function analysis

*内田 雅喜[1]、大倉 敬宏[1]、澁谷 拓郎[1]、安部 祐希[2]、小松 信太朗[1]、山崎 健一[1]、山下 裕亮[1]、吉川 慎[1]、井口 正人[1]、為栗 健[1]、園田 忠臣[1]
*Masaki Uchida[1], Takahiro Ohkura[1], Takuo Shibutani[1], Yuki Abe[2], Shintaro Komatsu[1], Ken'ichi Yamazaki[1], Yusuke Yamashita[1], Shin Yoshikawa[1], Masato Iguchi[1], Takeshi Tameguri[1], Tadaomi Sonoda[1]

1. 京都大学、2. 温地研
1. Kyoto Univ., 2. Hot Springs Research Institute

沈み込み帯では，沈み込むスラブによって上部マントルに流体が輸送されることで，火成活動が引き起こされると考えられている[Tatsumi, 1986, GRL]．我々は，桜島・霧島の火成活動とその地域の地下構造の関係を明らかにするために，宮崎一阿久根測線と宮崎一桜島測線において，定常観測網を補って2010年から稠密観測点を設置した．本研究では，その稠密観測点と観測点近傍の定常観測点で記録された遠地地震波形を用いて，レシーバ関数解析による測線に沿った地下構造のイメージングを行なう．

レシーバ関数は，遠地地震のP波の水平動を上下動でデコンボルブして得られる時間関数[Langston, 1979, JGR]であり，速度不連続面で変換されたPS変換波の検出に利用できる．速度構造を仮定し，レシーバ関数の時間軸を深さ変換し，S波の波線追跡からイメージングを行う断面に投影しイメージングを行う．本研究では，2009年11月から2017年３月までに発生したマグニチュード5.5以上の遠地地震を用いる．レシーバ関数を断面に投影する際は，Matsubara et al. [2007, Tectonophysics]の三次元速度構造と，Abe et al. [2011, GJI]の変換面の傾斜の方向と角度を考慮してレシーバ関数を深さ変換する手法を用いる．

Abe et al. [2013, JGR]では，九州全域の定常観測点とIASP91の一次元速度構造を用いてレシーバ関数解析を行い，九州ーパラオ海嶺によって分けられているフィリピン海プレート全域のS波速度不連続の地域的変動を明らかにした．九州南部域は約50Maで形成され，西フィリピン海盆として知られており[Hilde and Lee, 1984, Tectonophysics]，Abe et al. [2013]は，九州南部下ではスラブから脱水された流体が背孤側に輸送され，島弧火山活動を引き起こす可能性があると示唆した．また，Abe et al. [2013]のイメージングの結果からマントルウェッジの低速度化も検出されており，Hacker et al. [2003, JGR]やChristensen [2004, Int Geol Rev]で推定された蛇紋岩への相転移や蛇紋岩のS波速度をふまえて，海洋地殻由来の流体による蛇紋岩化したマントル[Bostock et al. 2002, Nature]が存在すると考えられている．

本研究では、稠密観測網で得られたレシーバ関数を，3次元速度構造を用いて深さ変換することで、Abe et al. [2013]より精度の高いイメージング断面を求め、得られた構造と霧島・桜島の火山活動の関係を議論する．

キーワード：レシーバ関数解析、南九州、フィリピン海スラブ
Keywords: Receiver function analyses, Southern Kyushu, Philippine Sea slab

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Imaging subduction structure beneath the eastern part of Kii Peninsula, SW Japan, using an earthquake reflection method

*蔵下 英司[1]、飯高 隆[1]、津村 紀子[2]、岩崎 貴哉[1]
*Eiji Kurashimo[1], Takashi Iidaka[1], Noriko Tsumura[2], Takaya Iwasaki[1]

1. 東京大学地震研究所、2. 千葉大学
1. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo, 2. Chiba University

The Nankai trough region, where the Philippine Sea Plate (PHS) subducts beneath SW Japan arc, is a well-known seismogenic zone of interplate earthquakes. The most recent great earthquakes occurred in 1944 (Tonankai Earthquake, M=7.9) and 1946 (Nankai Earthquake, M=8.0). In recent years, various slip motions with a different time scale have been recognized at or near the updip and downdip limits of seismogenic zone [e.g., Obara, 2002; Ito and Obara, 2006]. Revealing structural factors that control the fault slip behavior is important to understand the earthquake rupture dynamics. Seismic reflection characteristics and seismic velocity variations can provide important information on the heterogeneous structure around plate interface. Recent seismic experiments reveal the relation between the crustal structure and the fault slip behavior. However, little is known about the deeper part of the plate boundary, especially the down-dip side of the seismogenic zone. In 2015, seismic array observation was conducted to obtain the subduction structure beneath the eastern part of the Kii Peninsula [Kurashimo et al., 2016]. Ninety 3-component portable seismographs were installed on a 90-km-long line nearly parallel to the direction of the subduction of the PHS. Waveforms were continuously recorded during a six-month period. During the seismic array observation, Japan Meteorological Agency determined 45 events within 10 km of our survey line. Prominent late arrivals, probably reflected waves from the deeper part of the crust can be recognized on the record sections. Earthquake data is useful to obtain a deep image. So, in order to clarify the spatial distribution of the reflectors, we applied the reflection method to the earthquake data. We used horizontal-component seismograms, because high amplitude S-wave reflection can be recognized on the record sections. Conventional common mid-point processing cannot be applied to earthquake data because the reflection point does not lie at the mid-point between source and receiver, so, we applied the Common Reflection Point (CRP) transformation [e.g., Quiros et al., 2016] to the earthquake data set using a tomography-derived 3D S-wave velocity model [Kurashimo et al., 2016]. Reflection points and their relevant travel-time from earthquake to receiver were calculated using a 3D finite difference travel-time algorithm [Hole and Zelt, 1995]. Before applying the CRP transformation, the waveform data were filtered by a band-pass filter (1 -8 Hz). After applying the CRP transformation and the stacking process, we applied a post-stack migration technique. The migrated shear wave reflection image shows that the northward dipping reflective zone interpreted to be the upper boundary of the PHS can be recognized at a depth range of about 25 -30 km. The top of the low-frequency earthquakes (LFEs) occurrence zone well corresponds to the high amplitude S-wave reflective zone. LFEs are also located in and around the low Vp and high Vp/Vs zone [Kurashimo et al., 2016]. These results suggest the occurrence of the LFEs may be associated with fluids.

キーワード：フィリピン海プレート、自然地震反射法、低周波地震
Keywords: Philippine Sea plate, earthquake reflection method, Low-frequency earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Tomography of Mejillones Peninsula using cross-correlation of ambient seismic noise

*Kellen Azua Quezada[1], Sergio Ruiz[1], Francisco Pasten-Araya[2,3], José Salomón[4], Pablo Salazar[2,3], Miguel Saez[1], César Pastén[4], Felipe Leyton[5], Wasja Bloch[6]

1. DGF, UChile, 2. DG, UCN, 3. CIGIDEN, 4. DIC, UChile, 5. CSN, Chile, 6. GFZ

The Mejillones Peninsula (MP) is locate in northern Chile (-23.28º, -70.5º). MP is a geomorphic atypical uplifted block of the coastal platform of 100 km length. This structure has been proposed as a segment boundary for large subduction earthquakes, as the case of Mw 8.0 Antofagasta (1995) and Mw 7.7 Tocopilla (2007) events. Additionally, the Peninsula presents a wide and deep layer of sediments that could enhance site effects. For this reason, in this work we study the shallow structure of MP basin. We deployed a dense temporary seismic network in the MP, which registered in continuous time from July 2013 to September 2015. From the continuous records, we built a local tomography using the spectral ambient seismic noise. We use vertical component of seismograms to obtain the Green function from cross-correlation between station pairs. The frequency domain method allows determine of phase velocity relating the zero-crossing of the real part of cross-correlation spectrum with the zero crossing of the zero-order Bessel function of the first order. The Rayleigh wave phase velocities are inverted by means of a non-linear iterative 2-D tomographic technique; finally we recover phase velocity maps at different frequencies. The tomographic maps present significant features that correlate with surface geology. We found in the West part of the MP lower velocities that East zone. We can associate this with fractured metamorphic rock. Higher velocities in the Eastern part of the peninsula are associated with the presence of intrusive rocks. The difference in velocity of these two anomalies is maintained at differents depth.

Keywords: Tomography, Ambient Seismic Noise

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Crustal thickness beneath Central Indonesia by the cross-correlation analysis of seismic ambient noise (2)

*Masyitha Retno Budiati[1], Genti Toyokuni[1], Tomomi Okada[1], Toru Matsuzawa[1]

1. Graduate School of Science, Geophysics Department, Tohoku University

Central Indonesia has complex tectonic structures where is characterized by several subduction zones at northern and eastern part and also active faults (e.g., Palu Koro, Matano and Hamilton faults). These complexities affect crustal structures around the region. In this study, we estimated spatial variation of crustal thickness and their relation with active tectonics. We used waveform data recorded at 10 BMKG broadband stations around Sulawesi Island. Firstly, the continuous data were divided into 20 minutes segments with time shift in every 5 minutes. Once the pre-processing steps for each segment were done, we calculated the CCFs between two contemporaneous segments from two stations and stacked the daily-averaged CCFs over 5 months. We further compressed the two-sided signal into one-sided signal by taking the average of positive and negative lag part of the CCFs in order to stabilize the dispersion curves of group velocities. To fit the synthetic and the observed group velocities, we adjusted the two layers crustal velocity model from CRUST 1.0 (Laske et al., 2013) corresponding to the observation group velocities. The velocity model that is faster than the observation was subtracted 5% and 10% to find the best crustal thickness with minimum RMS between observations and synthetics at period of 20s –30s. To confirm our procedure above, we currently apply the similar procedure to estimate the well-known Moho discontinuity in Tohoku region, Japan. We collected 5 months continuous waveform data from vertical components of 10 F-net stations around Tohoku region. The results showed that the slower velocity models makes the crustal thickness shallower. The estimated depth of Moho discontinuity beneath Tohoku region is about 20km –30km using subtracted velocity models. This is almost consistent with previous studies (e.g. Zhao et al., 1990). While the estimated depth of Moho discontinuity at eastern part of Central Indonesia is about 27km –35km which is related to the ocean crust, Batui and Sula thrust and at the continent of Sulawesi Island the estimated depth of Moho is about 35km –45km.

Keywords: Central Indonesia, Tohoku Region, Crustal structure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地震波干渉法イメージングによって推定された南アルプス南端部地域下の地下構造

Subsurface structure below the southernmost area of South Japanese Alps estimated by seismic interferometry imaging

*渡辺 俊樹[1]、長谷川 大真[1]、伊藤 谷生[2]、狩野 謙一[3]、阿部 進[4]、藤原 明[5]、河内 善徳[6]
*Toshiki Watanabe[1], Hasegawa Daima[1], Tanio Ito[2], Ken'ichi Kano[3], Susumu Abe[4], Akira Fujiwara[5], Yoshinori Kouchi[6]

1. 名古屋大学大学院環境学研究科、2. 地震予知振興会、3. 静岡大学、4. 石油資源開発（株）、5. 石油天然ガス・金属鉱物資源機構、6. （株）ジオシス
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. Association for the Development of Earthquake Prediction, 3. Shizuoka Univertity, 4. JAPEX, Co. Ltd., 5. JOGMEC, 6. Geosys, Inc.

東海地域では、フィリピン海プレートの沈み込みに起因して巨大地震の発生のみならず低周波地震やスロースリップイベントといった地震学的なイベントが起こっている。また、東海地域東部はフィリピン海プレートの沈み込みと伊豆弧の衝突との遷移域である。この地域の地下構造を理解するために、既存の構造探査の空白域を埋めるように、2013年に南アルプス南端部地域で地震観測点34点から構成される稠密地震計アレイによる4ヶ月間の自然地震観測が行われた。

本研究では、その観測記録を用いて地震波干渉法イメージングを行った。地震波干渉法は、2つの観測点で記録された地震波の相互相関を計算することで、一方の観測点を仮想的な震源として他方の観測点で観測される反射波を取り出すことができる手法である(Wapenaar, 2003)。単一の観測点では、地震波の自己相関がその観測点を仮想的な震源として観測される反射波記録に等しい(Claerbout, 1968)。本研究では、フィリピン海プレートと地殻内の構造をイメージングするために、太平洋プレートのスラブ内で発生した近地深発地震を用いて、P波とS波それぞれについて、自己相関解析を行い反射断面を作成した。この際に、隣り合う2つの観測点の記録の相互相関波形をそれらの中点の座標に投影し、擬似的に観測点密度を高めた。トモグラフィで得た速度構造を用いてマイグレーションを施して反射深度断面を得た。

S波反射断面では、深さ約25 kmを境に浅部で反射が多く深部で反射が少なく、また、この境界は測線東部行くに従って浅くなるという特徴が見られた。本研究の測線に接続する既存の構造探査の結果や既存のプレート境界モデルと比較し、深さ25 kmの連続性のよい反射面をプレート境界と解釈した。この解釈は、フィリピン海プレートの玄武岩質の海洋性地殻が低VS・高VP/VSであり非地震性であるというHirose et al. (2008) の結果と調和的である。測線の東部ではプレート境界に対応する反射面が得られなかったが、この理由として、この領域ではKodaira et al. (2004)で指摘される珪長質な島弧地殻が沈み込んでおり、陸側地殻と大きな物性値コントラストがない可能性、伊豆弧衝突による複雑な地殻構造の影響の可能性が考えられる。

キーワード：地震計アレイ観測、地震波干渉法、反射深度断面、プレート境界
Keywords: seismic array observation, seismic interferometry, reflection depth profile, plate boundary

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Strong variations of near-surface seismic anisotropy of Taiwan revealed by coda interferometry

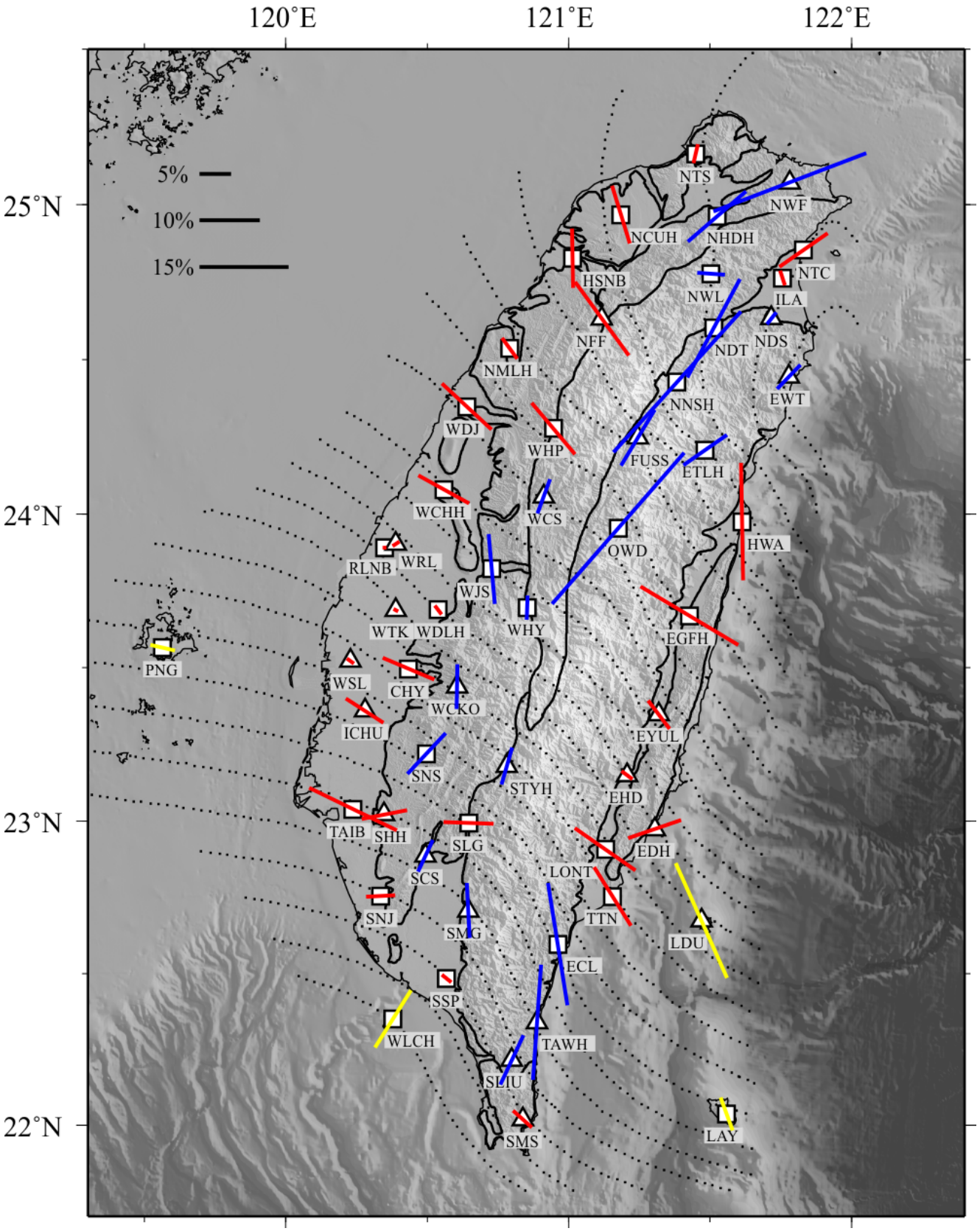
*Hsin-Yu Lee[1], Yuancheng Gung[1], Li-Wei Chen[2], Ling-Yun Chiao[3]

1. Department of Geosciences, National Taiwan University, Taiwan, 2. Department of Earth and Planetary Science, University of California at Berkeley, CA, USA, 3. Institute of Oceanography, National Taiwan University, Taiwan

We report the near-surface (<500 m) seismic structure, Vs, Vp and Vs anisotropy, of Taiwan using the empirical Green’ s function of body waves extracted by applying coda interferometry to the vertical station pairs at 56 borehole sites. We find clear characteristic cos2θ dependence of Vs in all the determinations of Vs azimuthal anisotropy. Because the borehole sites are located at very diverse geological structures of Taiwan, we are able to notice the following interesting features about the near-surface Vs anisotropy: (1) The patterns of the observed anisotropy fall into two categories, OPA (Orogeny-Parallel Anisotropy) and SAA (Stress-Aligned Anisotropy), and both types of anisotropy fit well the local geological fabrics and/or the ambient stress. (2) About half of the amplitudes of anisotropy are larger than 10 %. The site with the largest amplitude of anisotropy (34%) is located in the slate belt of the Central Ranges, while the sites with weak anisotropy (~1%) are associated with low Vs and/or small strain rate. (3) The amplitudes of OPA are generally stronger than SAA, and the types of anisotropy are closely related to the Poisson’ s ratios at the borehole sites. (4) The strong variations of the OPA amplitudes can be explained by the rock types in the well body with the metamorphic rocks carrying stronger anisotropy than the sedimentary rocks. (5) The strong near-surface anisotropy also implies that delay times contributed by the shallow crust might have been underestimated in studies of shear-wave splitting measurements using the direct arrivals of earthquakes waves.

Keywords: coda interferometry, near-surface seismic anisotropy, Taiwan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Investigating anomalous crustal structures along the convergent zone in eastern Taiwan with the new airborne magnetic survey and updated seismic tomographic models

*Chi-Hsuan Chen[1], Hsin-Hua Huang[2], Lun-Tao Tong[3], Wayne Lin[3], Po-Tsun Lee[1], Shou-Fang Chang[1], Jin-Fa Lee[1]

1. Cntrl. Geo. Surv., MOEA, Taiwan, 2. Inst. Earth. Sc., Acad. Sinica, Taiwan , 3. Industr. Technol. Res. Inst., Taiwan

The convergence between Eurasian plate and Philippine sea plate produces the tectonically and geodynamically complex regions of Taiwan. The orogeny has been suggested as from ancient oceanic-oceanic plate subduction transforming to the continental-oceanic plate collision as the proceeding of the accreted volcanic arcs. The major suture of the plate boundary in eastern Taiwan, the Longitudinal Valley, contributes most of the seismic activities and absorbed about half of the plate convergence. How the shortening and disappearance of the oceanic plate provoked multidisciplinary researches in discussing the kinematics and the related earthquake structures.

Local seismic tomography is a useful technique for unraveling the subsurface structures. The Taiwan seismic tomographic studies that are advanced by large projects or by integrating multiple data sets have been proposed in recent years. Furthermore, since 2012 the seismic signal digitization of the Central Weather Bureau (CWB) seismic network was upgraded from 12 to 24 bit, and the potential timing issue of telemetry delays has been eliminated with onsite GPS time system. Additionally, the new airborne magnetic survey has been carried out in eastern Taiwan by the Central Geological Survey (CGS) and the Industrial Technology Research Institute (ITRI) recently. High magnetic anomalies were detected not only in the volcanic arc but also in the eastern Central Range along the north-south trending Longitudinal Valley. These observations motivate us to revisit the subsurface structures with updated seismic tomographic models using new CWB data sets from 2012 to 2015.

The iso-velocity contours of the updated model keep similar structures with the previous model at first order but furtherly reveal more details. A continuous high-Vp and high-Vp/Vs bulge which extends to the shallow depths of the eastern Central Range has been interpreted as a high-pressure rock exhumation along the subduction of South China sea plate or an obducted Luzon forearc sliver. On the other hand, the new airborne magnetic survey reveals two individual high magnetic stripes that share the same high magnetic characteristics with the oceanic crust. However, the magnetization vectors behave oppositely in the direction at both flanks of the Longitudinal Valley. Such findings of these integrated geophysical analyses enable us to discuss the anomalous crustal structures and their tectonic implications.

Keywords: Airborne magnetic Survey, Seismic tomography, Forearc obduction, Exhumation, Oceanic crust

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

2019年5月30日(木) 13:45 ~ 15:15 | A05 東京ベイ幕張ホール

[S-SS12] 地殻構造

コンビーナ:中東 和夫(東京海洋大学)、座長:村井 芳夫(北海道大学)、豊国 源知(東北大学)

固体地球の第一層を構成する地殻の構造について検討する．観測に基づく構造の記述やその進化の解明に加え，地震や火山など地殻内における諸現象の理解，地殻内物質の地質学的研究など，地殻に関わる多様な視点からの講演を歓迎する．また，これらの理解の基礎となる観測手法やデータ処理手法などについての発表も歓迎する．

13:45 ~ 14:00

[SSS12-01] 収縮脱水する大陸下部地殻：地殻活動への応力・流体の二元的作用

*小山 岳人[1] (1.東京大学生産技術研究所)

14:00 ~ 14:15

[SSS12-02] 海陸地震観測から得られた北海道南部の島弧－島弧衝突帯から太平洋プレート沈み込み帯前弧域の地震波速度構造

*村井 芳夫[1]、勝俣 啓[1]、高波 鐵夫[2]、渡邊 智毅[3]、山品 匡史[4]、長 郁夫[5]、田中 昌之[6]、東 龍介[7] (1.北海道大学大学院理学研究院地震火山研究観測センター、2.米国ワシントンDCカーネギー研究所、3.マリン・ワーク・ジャパン、4.高知大学理学部、5.産業技術総合研究所、6.気象研究所、7.東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター)

14:15 ~ 14:30

[SSS12-03] Structural Complexity Associated with Arc-Arc Collision in Hokkaido Island, Japan - Review on Controlled-Source Seismic Researches in Western and Central Hokkaido -

★Invited Papers

*岩崎 貴哉[1]、津村 紀子[2]、伊藤 谷生[3]、在田 一則[4]、佐藤 比呂志[1] (1.東京大学地震研究所、2.千葉大学大学院理学研究院、3.地震予知総合研究振興会、4.北海道総合地質学研究センター)

14:30 ~ 14:45

[SSS12-04] Seismic imaging of the eastern Japan forearc region using S-net data

*豊国 源知[1]、趙 大鵬[1]、内田 直希[1]、中山 貴史[1] (1.東北大・理・予知セ)

14:45 ~ 15:00

[SSS12-05] いわき地域における地殻内反射面と地震活動との関係

*飯高 隆[1]、酒井 慎一[1]、五十嵐 俊博[1]、小原 一成[1]、加藤 愛太郎[1]、武田 哲也[2]、中川 茂樹[1] (1.東京大学地震研究所、2.防災科学技術研究所)

15:00 ~ 15:15

[SSS12-06] 首都圏下における異常な地震波異方性分布（１）フィリピン海スラブマントル

*石瀬 素子[1]、酒井 慎一[1]、加藤 愛太郎[1]、青井 真[2]、松原 誠[2] (1.東京大学地震研究所、2.防災科学技術研究所)

収縮脱水する大陸下部地殻：地殻活動への応力・流体の二元的作用
Shrinking and draining continental lower crust: its binary effects of stress and fluid on crustal activities

*小山 岳人[1]
*Takehito Koyama[1]

1. 東京大学生産技術研究所
1. Institute of Industrial Science, the University of Tokyo

基本的に大陸地殻それ自体は、静的・受動的な多結晶岩石が地殻全体の構成要素とされ、非地震性の深部で延性的とされる。しかしこの性質は、未だ議論の続く地殻活動、つまり長期的安定性(アイソスタティックな崩壊への抵抗性)だけでなく、短期的諸現象、すなわち内陸部の水平圧縮状態(Zoback, et al. (1989))、内陸地震(Calais, et al. (2016))、そして希少な下部地殻地震(Simpson (1999))、も説明しにくく思える。

ならばこの地殻の、特に未知の多い下部を、再考することは可能だろうか。実は著者は、"相分離・不混和現象"を通じた、大陸地殻の流体排出を伴う収縮変形の可能性を、2012年JpGUにおいて発表した。そこで、今回はこの変形の原因としての新たな下部地殻を提案し、地殻活動について定性的だが総合的に考察する。

この下部地殻の基本物質として、SiO_2とH_2Oの二つを(他の元素、揮発性成分と共に)考える。これらの混合メルト系では、地殻深部の温度圧力条件において相分離が発生する(Kawamoto (2006), Hack, et al. (2007))。さらにSiO_2メルトは3次元超巨大分子ネットワーク構造を組む(Stebbins (2016))。よってこの過程は、水流体と分離する弾性的SiO_2ネットワークの体積収縮過程(Tanaka (2012), Koyama, et al. (2009), Koyama and Tanaka (2018))であるとみなせる(Tognonvi, et al. (2011)にこのSiO_2の収縮状態が示されている)。このネットワークの巨視的振舞いは、(結晶化前の)相分離ガラス、つまり、弾性的に固い自己収縮・排水する含水スポンジ、といったものである。

ここで下部地殻が、H_2O流体を排除し収縮するSiO_2ネットワークで構成され、通常の上部地殻と結合し相互作用していると考える(Figure)。この弾性収縮により上部地殻は下から水平に圧縮され、これにより地殻安定性と、内陸上部地殻内の地震を誘起する排除流体の間欠的注入がもたらされる。重要な点は、この収縮を指向する下部地殻はある程度の外部圧縮に追随するはずであり、非地震性または見かけの延性状態を示すことである。しかし弾性的SiO_2ネットワークに、応力・流体の二層間相互作用の下で大きな差応力が働くならば、その脆性挙動が下部地殻地震として現れると考えられる。

このように地殻深部について、一元的固体でなく、相分離過程で共存の二元的固体・流体を仮定することで、上部地殻と力学的・物質的に相互作用し、能動的収縮・脱水する下部地殻を用いた、地殻諸活動の定性的な説明が可能となる。

キーワード：大陸地殻、安定性、応力、地震、相分離現象
Keywords: Continental crust, Stability, Stress, Seismicity, Phase separation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

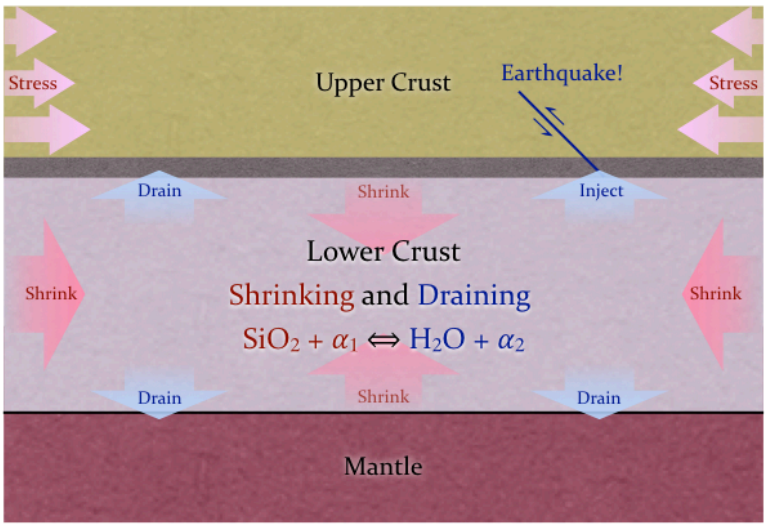


Figure: Self-squeezing lower crust mechanically and materially affecting the static and passive upper crust above.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海陸地震観測から得られた北海道南部の島弧ー島弧衝突帯から太平洋プレート沈み込み帯前弧域の地震波速度構造
Seismic velocity structure in southern Hokkaido deduced from ocean-bottom seismographic and land observations

*村井 芳夫[1]、勝俣 啓[1]、高波 鐵夫[2]、渡邊 智毅[3]、山品 匡史[4]、長 郁夫[5]、田中 昌之[6]、東 龍介[7]
*Yoshio Murai[1], Kei Katsumata[1], Tetsuo Takanami[2], Tomoki Watanabe[3], Tadashi Yamashina[4], Ikuo Cho[5], Masayuki Tanaka[6], Ryosuke Azuma[7]

1. 北海道大学大学院理学研究院地震火山研究観測センター、2. 米国ワシントンDCカーネギー研究所、3. マリン・ワーク・ジャパン、4. 高知大学理学部、5. 産業技術総合研究所、6. 気象研究所、7. 東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター
1. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Science, Hokkaido University, 2. Department of Terrestrial Magnetism, Carnegie Institution of Washington, 3. Marine Works Japan LTD, 4. Kochi University, 5. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 6. Meteorological Research Institute, 7. Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions, Graduate School of Science, Tohoku University

１．はじめに

北海道南部の日高山脈付近では、西進する千島弧と東北日本弧との衝突により、前者が後者に乗り上げる大規模な衝上断層構造を形成していると考えられている。このような島弧と島弧の衝突は、山脈の形成だけでなく、定常的な地震活動や1982年浦河沖地震(Ms 6.8)のような大地震発生にも影響を及ぼしていると考えられるので、地殻構造を3次元的にイメージングすることは、衝突帯のテクトニクスを明らかにするだけでなく、地震発生パターンや大地震の発生メカニズムを理解するためにも重要である。

この地域では、1999～2001年に大学合同で陸上稠密地震観測が行われ［勝俣・他（2002、東京大学地震研究所彙報**77**）］、1999年と2000年にはこれに合わせて苫小牧沖から釧路沖にかけての海域で自己浮上式海底地震計による自然地震観測が行われた。Murai *et al.* (2003, GRL **30**) は、1999年の海底と陸上両方のデータを同時に地震波トモグラフィー法で解析することによってP波速度構造を推定したが、データ数の制約により速度構造が推定できた領域と深さが限られ、S波速度構造も推定できなかった。村井・他（2016、JpGU）は、Murai *et al.* (2003) のデータに2000年の観測データを加えて、P波とS波の速度構造を推定したが、走時残差が大きいという問題点があり、これは観測点補正値の誤りによることがわかった。今回は、この誤りを修正して再解析を行い、得られた速度構造について考察する。

２．データおよび解析法

村井・他（2016）と同様に、Murai *et al.* (2003) で得られたP波速度構造の水平方向の平均値とP波とS波の速度比（Vp/Vs比）を1.73と仮定した1次元速度構造を初期モデルとして、海底、陸上のデータから1999年8月7日～9月30日および2000年8月1日～9月30日の期間に、北緯40.5˚～43.5˚、東経141˚～146.5˚の領域に震源が決定された951個の地震の走時データ（P波が18,001個、S波が10,350個）を用いて、Zhao *et al.* (1992, JGR **97**)の地震波トモグラフィー法によって速度構造を推定し、同時に震源の再決定を行った。

３．結果

（１）陸域における日高衝突帯の構造

千島弧の下部地殻と解釈される高速度領域が東から日高山脈に向かって衝上していて、東側の深さ25～35 kmではマントル最上部の速さを持つ高速度領域につながっている。日高山脈の西側では、日高主衝上断層で高速度領域に接するように東北日本弧と思われる低速度領域が西側から延びている。これらは、地震波トモグラフィー法による先行研究と調和的な結果であった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

（２）デラミネーション構造

深さ35～45 kmでは、日高山脈直下から1982年浦河沖地震の震源域直下に向かって南西向きに傾斜する低速度領域が、太平洋プレート上面付近まで達している。この低速度領域はMurai *et al.* (2003)によってデラミネートした千島弧の下部地殻と解釈され、海底地震計のデータを加えたトモグラフィー解析によってのみイメージングされている。今回の結果からは、幅約50 km、長さ約50 kmの領域がデラミネートしているように見える。

（３）島弧－島弧衝突構造の海域への延長部

衝突している島弧地殻と思われる太平洋プレート上面付近まで続く低速度領域は、日高山脈の海側への延長部に当たる襟裳岬の南東側で急になくなる。微小地震活動も低速度領域内では活発であるが、低速度領域外では低調になることから、日高山脈の海側への延長部では、島弧－島弧衝突の影響が急速に小さくなっていることが示唆される。

（４）島弧－島弧衝突によって発生した大地震

1970年の日高山脈南部の地震(M 6.7)は低速度領域と高速度領域の境界で、1982年浦河沖地震はP波速度が8.0 km/sより高速度の領域の西端でそれぞれ発生していて、Kita *et al.* (2012, JGR **117**)と同様に物質境界で発生したと考えられる。

（５）2003年十勝沖地震(M 8.0)

2003年十勝沖地震の本震時にすべりの大きかった領域（アスペリティ）の上盤側が高Vp/Vs比になっており、Machida *et al.* (2009, Tectonophysics **465**)と調和的である。

謝辞

海底地震計の設置にあたり、気象庁旧函館海洋気象台「高風丸」の乗組員の皆様にお世話になりました。また、東北大学の趙大鵬教授にはトモグラフィー解析のプログラムを使わせて頂きました。記して感謝致します。

キーワード：海底地震計、地震活動、トモグラフィー、日高衝突帯、デラミネーション、北海道
Keywords: ocean-bottom seismograph (OBS), seismicity, tomography, Hidaka Collision Zone, delamination, Hokkaido

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Structural Complexity Associated with Arc-Arc Collision in Hokkaido Island, Japan - Review on Controlled-Source Seismic Researches in Western and Central Hokkaido -

*岩崎 貴哉[1]、津村 紀子[2]、伊藤 谷生[3]、在田 一則[4]、佐藤 比呂志[1]
*Takaya Iwasaki[1], Noriko Tsumura[2], Tanio Ito[3], Kazunori Arita[4], Hiroshi Sato[1]

1. 東京大学地震研究所、2. 千葉大学大学院理学研究院、3. 地震予知総合研究振興会、4. 北海道総合地質学研究センター
1. Eathquake Research Institute, the University of Tokyo, 2. Graduate School of Science, Chiba University, 3. Association for the Development of Earthquake Prediction, 4. Hokkaido Research Center of Geology

Hokkaido Island has a complicated crustal structure reflecting subduction, accretion and collision processes from Late Jurassic to the present (e.g. Niida and Kito, 1986; Kimura, 1986; Ueda 2016). Central Hokkaido is composed of almost N-S trending geological units of the Sorachi-Yezo Belt (SYB), Hidaka Belt (HB) and Tokoro Belt (TB) from west to east. This region has been highly deformed under the dextral oblique collision between the Eurasia and North America (Okhotsk) Plates and the following westward movement of the Kuril Arc due to the oblique subduction of the Pacific Plate. The latter event has formed the Hidaka Collision Zone (HCZ) with the uplift of the Hidaka metamorphic rocks along the Hidaka Main Thrust (HMT) and the development of the west-verging fold-and-thrust belt with thick sedimentary package on the SYB.

In this paper, we review the previous controlled-source seismic studies in western and central Hokkaido, focusing the structural complexity formed by the arc-arc collision. The first seismic refraction study was undertaken in western Hokkaido in 1968-1969 (Okada et al., 1973). The crust obtained is 20-30 km thick, consisting of 5.9 and 6.6 km/s layers overlying the uppermost mantle of 7.5 km/s. Seismic refraction studies in 1984 and 1992 revealed the complicated structure in central Hokkaido (Iwasaki et al., 1998). The result from the 1984 profile along the Pacific coast is characterized by a rather thick (> 7 km) sedimentary package with a velocity of 2.5-5.5 km/s in SYB. The 1992 refraction/wide-angle reflection profile, which was extended from the western SYB to the eastern TB with SW-NE direction, also show a thick (~8 km) sedimentary package with a velocity of 2.6-5.8 km/s in the southwestern part of SYB, The upper crustal velocity show significant increase from 5.6 km in HB to 5.7-6.15 km in TB.

In 1990’s, several seismic reflection and refraction/wide-angle refraction experiments were undertaken in the southern HCZ (Arita et al., 1998; Tsumura et al., 1999; Ito et al., 2000) and the northern HCZ (Iwasaki et al., 2004, 2016). In the southern HCZ, the crustal delamination by the collision was clearly imaged from the reflection data by applying an advanced method of CRS/MDRS stacking (Tsumura et al., 2014). Namely, the upper 22-23 km crust in the Kuril Arc side is obducted along the HMT, while the lower part of the crust is descending almost to reach the Pacific plate. In the northern part of the HCZ, the detailed structure was obtained along the 227-km profile with E-W direction. In the fold-and-thrust belt of SYB, there exists a very thick (> 10-12 km) sediments including two or three velocity reversals. East of this package, several west-verging events are recognized down to a depth of 7-8 km, probably corresponding to the faults and structural boundaries formed by the collision process. The HMT was well imaged both by seismic reflection processing and refraction/wide-angle reflection analysis, along which the crystalline basement is almost outcropped. Beneath these complicated structures, we succeeded in imaging the NE Japan Arc crust which descends eastward to a depth of about 40 km under the hinterland side.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

In the northern HCZ, the clear crustal delamination is not seen. The obduction of the upper Kuril crust starts at a deeper crustal level of at least 27-30 km and more easterly (~20 km) of the HMT as compared with the case in the southern HCZ. If the metamorphic rocks outcropped east of the HMT are the same crustal materials at depths shallower than 23 km as in the case of the southern HCZ, the deeper crustal portion originally situated at 23-27~30 km depth must exist in the western side of the present HMT. The very strong and deep reflectors found west of the HMT might result from the mixture of upper crustal (low velocity) materials of the NE Japan Arc and middle/lower crustal (high velocity) materials of the Kuril Arc.

キーワード：地殻・上部マントル構造、北海道、制御震源地震探査、島弧-島弧衝突、日高、地殻剥離
Keywords: crustal and upper mantle structure, Hokkaido Island, Controlled-source seismic experiments, Arc-arc collision, Hidaka, Delamination of crust

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Seismic imaging of the eastern Japan forearc region using S-net data

*豊国 源知[1]、趙 大鵬[1]、内田 直希[1]、中山 貴史[1]
*Genti Toyokuni[1], Dapeng Zhao[1], Naoki Uchida[1], Takashi NAKAYAMA[1]

1. 東北大・理・予知セ
1. RCPEVE, Tohoku Univ.

The great 2011 Tohoku-oki earthquake (Mw 9.0) occurred off the Pacific coast of Northeast Japan, where the Pacific plate is subducting beneath the Okhotsk plate. The S-net (the Seafloor observation network for earthquakes and tsunamis along the Japan Trench), initiated in 2016, is a large-scale, permanent, ocean-floor seismograph network with cabled 150 stations, which covers a wide oceanic region off Northeast Japan (Kanazawa, 2013). In this study, we aim to reveal the 3-D seismic velocity structure beneath the forearc region covered by the S-net.

We carefully picked 3754 first P-wave arrival times of 63 local earthquakes (M3.5–6.2) in the Tohoku forearc region from the continuous S-net records. Then, the newly picked data are integrated with the existing arrival-time data (Zhao et al., 2012) of 360 teleseismic and 1,180 local earthquakes recorded at 3,205 Hi-net stations on the Japanese land areas. These combined data are inverted to obtain a new 3-D P-wave velocity (Vp) model beneath the entire Northeast Japan arc by using the seismic tomography method of Zhao et al. (2012).

In this work we focus on the obtained 3-D images at depths < 40 km below the region covered by the S-net. The major results are summarized as follows.
(1) Prominent low-Vp anomalies are revealed in the off-Iwate and off-Fukushima areas. These features are consistent with those revealed by previous works (e.g., Zhao et al., 2011; Huang & Zhao, 2013; Liu and Zhao, 2018), indicating that our hand-picked arrival-time data are quite accurate and robust.
(2) A significant high-Vp anomaly is revealed along the Japan Trench especially beneath the off-Miyagi region where the 2011 Tohoku-oki earthquake (Mw 9.0) occurred, which may reflect that the sedimentary layer is very thin above the subducting Pacific plate.

References
Huang, Z., D. Zhao (2013) JAES, 70–71, 160–168.
Kanazawa, T. (2013) Underwater Technology Symposium (UT), 2013 IEEE International.
Liu, X., D. Zhao (2018) Science Advances 4, eaat4396.
Zhao, D. et al. (2011) GRL 38, L17308.
Zhao, D. et al. (2012) GJI 190, 816–828.

キーワード：地震波トモグラフィー、東北沖、S-net、3次元地震波速度構造
Keywords: Seismic tomography, Offshore Northeast Japan, S-net, 3-D velocity structure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

いわき地域における地殻内反射面と地震活動との関係
The relationship between the location of the mid crustal reflector and seismicity in Iwaki area, northeastern Japan

*飯高 隆[1]、酒井 慎一[1]、五十嵐 俊博[1]、小原 一成[1]、加藤 愛太郎[1]、武田 哲也[2]、中川 茂樹[1]
*Takashi Iidaka[1], Shin'ichi Sakai[1], Toshihiro Igarashi[1], Kazushige Obara[1], Aitaro Kato[1], Tetsuya Takeda[2], Shigeki Nakagawa[1]

1. 東京大学地震研究所、2. 防災科学技術研究所
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 2. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

2011年に発生した東北地方太平洋沖地震以降，日本列島の地震活動は大きく変化した。この地震活動の変化は，東北地方太平洋沖地震に伴い島弧の応力場が変化したことに関係していると考えられる。いわき地域の地震活動は大きく変化し，地震が増加した。しかし，その理由はわかっていない。いわきの地殻内の活動域は，特徴的な活動を示し，15㎞より浅い地震活動と15-25㎞の深さの活動に分けられる。この地域では臨時観測がなされ，地殻構造が調査された（臼田，修士論文2018）。その結果，顕著な２つの後続波が観測され，逆VSP 法解析により反射面の検出がなされた。２つの波は，モホ面からの反射波と地殻内反射面からの反射波であることが示された（臼田，修士論文2018）。また，その反射波の振幅が大きいことから，地殻内反射面は流体によって引き起こされた可能性がある。そこで，この領域の地震活動と反射面との関係を調べた。この領域の地震活動は，東北地方太平洋沖地震に伴い3月11日に活発化が始まっている。その活発化が始まった領域は，反射面の南部直上であった。その後，活動域が拡大しているのであるが，臼田(2018)によって求められた反射面を取り囲むようにその周囲での活動が活発となっていった。また，4月10日までの活動において反射面の北側の領域で，比較的地震活動の低い領域が見られた。4月11日の福島県浜通りの地震は，反射面の北部の領域の比較的地震活動の低かった領域を埋めるように起こっていることがわかった。このように地震活動と反射面の位置は密接な関係があり，一連の地震活動が地殻内流体と関係している可能性が考えられる。臼田(2018)によって求められた反射面の存在領域の外郭は，臨時観測点の配置の形状によるため，その北側についてもHi-net等の観測点の記録を調べた。その結果，北側にも後続波が検出され反射面の存在が推測される。

キーワード：いわき、地震活動、反射面
Keywords: Iwaki area, seismicity, reflector

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

首都圏下における異常な地震波異方性分布（１）フィリピン海スラブマントル

Abnormal Seismic Anisotropy beneath the Tokyo Metropolitan Area (1) Mantle of the Philippine Sea Slab

*石瀬 素子[1]、酒井 慎一[1]、加藤 愛太郎[1]、青井 真[2]、松原 誠[2]
*Motoko Ishise[1], Shin'ichi Sakai[1], Aitaro Kato[1], Shin Aoi[2], Makoto MATSUBARA[2]

1. 東京大学地震研究所、2. 防災科学技術研究所
1. Earthquake Reseach Institute, University of Tokyo, 2. National Research Institute for EarthScience and Disaster Resillience

１．はじめに

首都圏は，太平洋 (PAC) プレートとフィリピン海 (PHS) プレートが沈み込むと同時に伊豆-小笠原弧が衝突するという，世界で類を見ない特有なプレート収束帯に位置している．そのため，首都圏下では，これらプレートの相互作用によって様々なタイプの地震が引き起こされてきている．例えば，相模トラフ沿いのPHSプレートと北米プレート境界で発生するM 8級の海溝型地震や首都圏直下で数十年おきに発生するM 7級の地震が，首都圏に甚大な人的・物的被害をもたらしてきていることが分かっている．首都圏には人口と国の中枢的諸機能が集中しているため，次の首都直下地震に向けた地震の評価と被害想定，およびその対策が検討されている．しかし，3つのプレートが入り組んでいる首都圏下の構造の詳細は明らかにはされておらず，地震の評価に必要な首都直下地震の発生場所やメカニズムはよくわかっていない．そこで我々は，ダイナミクスやテクトニクスの示唆に富む情報をもたらす「地震波異方性」という観点から，首都圏下のプレート構造の解明に着手した．本研究では，P波走時をデータとしたP波方位異方性の3次元速度構造解析を行った．

２．対象領域とデータ

対象領域は，関東平野と房総半島を中心とした領域（北緯34.7～36.8度，東経138.5～141.5度）の深さ150 km以浅とした．解析に使用した地震，観測点，およびP波読み取り値の数は，それぞれ500観測点，1859地震，442960個である．なお，本研究では，Meso-net及びHi-netを中心とする基盤的地震観測網による地震波形記録を使用した．Meso-netは，5本の直線状（2～3 km間隔），および首都圏中心部（半径約80 km円内）における面状（4～10 km間隔）に分布する約296点の地震観測観測点で構成されている．そこで，対象領域中心部の構造は，水平方向には10 km，深さ方向ともには5 km間隔で求めた．また，初期震源パラメータは，防災科研で独自に決定された値を使用した．

３．解析と結果

Ishise & Oda [2008] の方位異方性トモグラフィー法を用いてP波方位異方性（水平面内）の3次元速度構造（等方性構造，地震波が速く伝わる方向，異方性の強さ）を求めた．その結果，深さ約80 km以浅の領域において，信頼性の高い解が得られた．得られた構造に見られる大局的な特徴は，先行研究 [e.g., Matsubara et al., 2005，Ishise et al., 2015] と矛盾しない．ただし，方位異方性については，先行研究では認知できなかった幾つかの特徴的な構造がとらえられた．

そのひとつが，東京湾および関東平野の下，深さ50 km以深においてNNE-SSE方向にP波が速く伝播する異方性領域が存在する点である．ここでは，①領域内の異方性の方向が非常によく揃っている，②異方性の強さが非常に強く，等方性不均質の摂動量と同程度かそれ以上ある，という特徴がみられる．この特徴的な異方性

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

を示す領域は，PAC スラブと接するPHSスラブの下端のエッジ部分に位置しており，地震活動が活発で高速度異常を示すことから，PHSスラブマントルに相当すると考えられる．

そこで，不均質構造などを手掛かりに，スラブマントルに相当すると思われる領域の異方性を追跡したところ，NNE-SSE異方性領域の西側では，南北の異方性がみられた．また，NNE-SSE異方性領域の直上の深さ30～50 kmでは，異方性の方向がNNE-SSE（深さ50 km）からNW-SE（深さ30 km）へと半時計回りに変化していることがわかった．さらに，NNE-SSE異方性領域直上の深さ30 kmで見られるNW-SE異方性は，西方，かつ浅部への広がりを示しており，深さ20 km付近の相模湾沿岸部にまで分布している．つまり，PHSスラブマントルの方位異方性が連続的な空間変化を示す．

一般に，スラブマントルの異方性は，海洋底拡大時のマントル鉱物の選択配向，もしくは沈み込む際の曲げによる割れ目の形成で説明される．前者の場合，伊豆小笠原弧の走向に鑑みると，関東地方に沈み込んでいるフPHSプレートはおよそ東西方向に拡大して形成されたと推測されるので，東西傾向の方位異方性が期待される．一方，後者の場合，割れ目は沈み込み口の走向と平行に形成されるので，相模トラフの走向である西北西ー東南東の異方性が期待される．これらは，浅部の異方性の方向を大まかには説明するが，深さ50 km以深で観測された異方性とは大きく食い違っており，一般的な論法でPHSスラブの異方性を説明することができない．

このことは，首都圏下の構造が，方位異方性によるモデリングが適切でない環境にあることを意味しているのかもしれない．今後，対称軸の自由度を挙げた異方性の評価を行う必要がある．あるいは，首都圏下のプレート構造を理解する際には，これまでの沈み込み帯の概念の根本を変えて取り組む必要性があることを示唆しているのかもしれない．

謝辞：本研究は解析には，防災科学技術研究所Hi-netデータを使用させていただきました．本研究は，文部科学省受託研究「首都圏と中心としたレジリエンス総合力向上プロジェクト」の一環として実施しました．

キーワード：地震波異方性トモグラフィー、首都圏、フィリピン海スラブ、太平洋スラブ
Keywords: seismic anisotropy tomography, Tokyo metropolitan area, Philippine Sea slab, Pacific slab

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-SS 地震学

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | A05 東京ベイ幕張ホール

[S-SS12] 地殻構造

コンビーナ:中東 和夫(東京海洋大学)、座長:鶴我 佳代子(東京海洋大学)、山本 揚二朗(海洋研究開発機構)

固体地球の第一層を構成する地殻の構造について検討する．観測に基づく構造の記述やその進化の解明に加え，地震や火山など地殻内における諸現象の理解，地殻内物質の地質学的研究など，地殻に関わる多様な視点からの講演を歓迎する．また，これらの理解の基礎となる観測手法やデータ処理手法などについての発表も歓迎する．

15:30 ~ 15:45

[SSS12-07] 駿河湾横断海陸統合地殻構造探査

*佐藤 比呂志[1]、鶴我 佳代子[2]、馬場 久紀[3]、石山 達也[1]、川崎 慎治[4]、田中 康久[4]、林 俊史[2]、関野 善広[2]、篠原 雅尚[1]、岩崎 貴哉[1]、松原 誠[5]、平田 直[1,5] (1.東京大学地震研究所、2.東京海洋大学、3.東海大学、4.（株）地球科学総合研究所、5.防災科学技術研究所)

15:45 ~ 16:00

[SSS12-08] 東京海洋大学「神鷹丸」による駿河湾北部における反射法・屈折法地震探査（序報）

*鶴我 佳代子[1]、佐藤 比呂志[2]、馬場 久紀[3]、関野 善広[1]、林 敏史[1]、近藤 逸人[1]、青山 千春[1]、會川 鉄太郎[1]、石山 達也[2]、篠原 雅尚[2]、川崎 慎次[4]、田中 康久[4] (1.東京海洋大学、2.東京大学、3.東海大学、4.(株)地球科学総合研究所)

16:00 ~ 16:15

[SSS12-09] 駿河湾北部-富士川河口断層帯におけるエアガン-OBS構造探査（序報）

*馬場 久紀[1]、鶴我 佳代子[2]、佐藤 比呂志[3]、石山 達也[3]、篠原 雅尚[3]、西宮 隆仁[4]、阿部 信太郎[5] (1.東海大学海洋学部海洋地球科学、2.東京海洋大学、3.東京大学地震研究所、4.気象庁気象研究所、5.地震予知振興会)

16:15 ~ 16:30

[SSS12-10] 内浦湾における活断層イメージングのための三次元減衰プロファイリング

*鶴 哲郎[1]、清水 史緒[1]、小川 真由[1]、朴 進午[2]、古山 精史朗[1]、荒井 晃作[3]、井上 卓彦[3]、郭 晨[2] (1.東京海洋大学、2.東京大学大気海洋研究所、3.産業技術総合研究所)

16:30 ~ 16:45

[SSS12-11] 愛知県西尾市における高浜断層及び横須賀断層の延長部における重力探査

*竜沢 篤ノ助[1,2]、住田 達哉[2]、伊藤 忍[2]、阿部 朋弥[2] (1.早稲田大学大学院創造理工学研究科地球・環境資源理工学専攻、2.産業技術総合研究所)

16:45 ~ 17:00

[SSS12-12] Subduction geometry and seismicity around northern Ryukyu subduction zone

*山本 揚二朗[1]、高橋 努[1]、石原 靖[1]、尾鼻 浩一郎[1]、三浦 誠一[1]、小平 秀一[1]、金田 義行[2] (1.海洋研究開発機構、2.香川大学)

駿河湾横断海陸統合地殻構造探査
Deep seismic reflection profiling across the Suruga trough, Shizuoka, Japan

*佐藤 比呂志[1]、鶴我 佳代子[2]、馬塲 久紀[3]、石山 達也[1]、川崎 慎治[4]、田中 康久[4]、林 俊史[2]、関野 善広[2]、篠原 雅尚[1]、岩崎 貴哉[1]、松原 誠[5]、平田 直[1,5]
*Hiroshi Sato[1], Kayoko Tsuruga[2], Hisatoshi Baba[3], Tatsuya Ishiyama[1], Shinji Kawasaki[4], Yasuhisa Tanaka[4], Toshifumi Hayashi[2], Yoshihiro Sekino[2], Masanao Shinohara[1], Takaya Iwasaki[1], Makoto MATSUBARA[5], Naoshi Hirata[1,5]

1. 東京大学地震研究所、2. 東京海洋大学、3. 東海大学、4. （株）地球科学総合研究所、5. 防災科学技術研究所
1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 2. Tokyo University of Marine Science and Technology, 3. Tokai Univerisity, 4. JGI Inc., 5. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

富士川河口断層帯は、駿河トラフの中軸部に位置するフィリピン海プレートと陸側プレートの境界面に形成されている断層と推定されるが、推定されている断層の深部形状は明瞭には捉えられていない。震源断層の形状は、強震動や津波予測の観点から重要であり、また地殻変動などを断層面上の固着の変化として把握するには欠かせない情報となる。そこで、文部科学省の「富士川河口断層帯の重点的調査観測」の一環として、駿河湾を横断する海陸統合地殻構造探査を実施した。

測線は赤石南部山地から由比を経て相模湾を横断し、伊豆半島伊豆市大沢にいたる海域20km、陸域40km、計60kmの区間である。陸域には、3.5Hzの三成分受振器300台を約100～200m間隔で設置した。海域には、水深500m以深の16km区間に18台の海底地震計を設置し、由比沖の浅海部2.5km区間には5台の浅海用地震計（OBX）を設置した。2018日10月初旬に静岡市側3点、伊豆半島1点での発破を行った。薬量はいずれも200kgである。海域では、東京海洋大学の神鷹丸に艤装した1950 cu inchのエアガンを25m間隔で発震した。発震点数は計1479回である。この他、ケーブル長600m、96chのストリーマーケーブルを曳航して、反射法地震探査を実施した。観測直前に来週した台風24号に伴う豪雨によって発生した密度流により、富士川河口延長部に設置した海底地震計での観測はできなかった。海域のエアガン発震は、陸域の全ての観測点で識別された。取得したデータは統合的に編集され、海底地震計（OBS, OBX）での記録については、疑似反射法（Shiraishi et al., 2016）を利用して発震記録合成を行った。これらの統合データから、CMP重合法により反射法地震探査断面を作成した。速度構造については、ランダム初期構造を用いた屈折トモグラフィー法解析により、測線中央部部で10kmの深さまで速度構造が求められた。時間断面において、駿河湾東部の往復走時3.5秒から7秒まで、静岡側陸域東部では5秒から11秒程度まで西に緩く傾斜する顕著な反射面群が卓越する。自然地震の震源分布も同様の傾向を示し、これらの反射面群はフィリピン海プレート内からもたらされたと判断できる。西傾斜の反射面が卓越する領域の最浅部の反射面は、必ずしも明瞭ではない。Hi-netによるトモグラフィから得られた速度構造で深度変換を行うと、フィリピン海プレート上面に相当する反射面群の深度は静岡側の由比直下で7km程度、陸域測線中央部で15km程度となる。屈折トモグラフィによる速度構造は、駿河湾西部で大規模な西に傾斜した楔状の低速度領域が顕著で、反射面から推定したプレートの沈み込み構造と調和的である。震源分布や地震波トモグラフィーから求められた速度構造の急変面とも良好な対応を示す。本実験は、文部科学省の「富士川河口断層帯の重点的調査観測」経費と、地震研究所の所内経費を使用して実施した。静岡県漁連をはじめ、静岡県・静岡市・伊豆市には実験の実施にあたり、ご協力いただいた。

キーワード：プレート境界、深部反射法地震探査、伊豆衝突帯
Keywords: plate boundary megathrust, deep seismic reflection profiling, Izu collision zone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東京海洋大学「神鷹丸」による駿河湾北部における反射法・屈折法地震探査（序報）

Multi-channel seismic profiling in the northern part of Suruga bay using the Shiyomaru-vessel of Tokyo University of Marine Science and Technology (Preliminary report)

*鶴我 佳代子[1]、佐藤 比呂志[2]、馬塲 久紀[3]、関野 善広[1]、林 敏史[1]、近藤 逸人[1]、青山 千春[1]、會川 鉄太郎[1]、石山 達也[2]、篠原 雅尚[2]、川崎 慎次[4]、田中 康久[4]
*Kayoko Tsuruga[1], Hiroshi Sato[2], Hisatoshi Baba[3], Yoshihiro Sekino[1], Toshifumi Hayashi[1], Hayato Kondotec[1], Chiharu Aoyama[1], Tetsutaro Aikawa[1], Tatsuya Ishiyama[2], Masanao Shinohara[2], Shinji Kawasaki[4], Yasuhisa Tanaka[4]

1. 東京海洋大学、2. 東京大学、3. 東海大学、4. (株)地球科学総合研究所
1. Tokyo University of Marine Science and Technology, 2. University of Tokyo, 3. Tokai University, 4. JGI, Inc.

陸/海のプレート境界である南海トラフの北東端に位置する駿河湾北部では、詳細な沈み込み構造を明らかにした反射法地震探査は僅かしか行われていない。富士川河口断層帯の海域延長の形状把握は、想定「東海地震」の震源断層を探る上でも重要である。東京海洋大学では練習船「神鷹丸」を用い、2016年11月および2017年11月に同大学が保有する可搬型海域2次元地震探査システム用いた駿河湾での海域2次元人工地震探査を実施した（鶴我ほか, 2016, 2017; Tsuruga et al, 2018）。本研究では、文部科学省「富士川河口断層帯における重点的な調査観測」で実施した駿河湾北部海域を含む富士川断層帯周辺域での地下構造調査（佐藤ほか、本学会、2019；馬塲ほか、本学会、2019）の一環として、海域における人工地震探査の概要とその成果の第一報を報告する。

我々は、2018年10月1～9日、静岡県駿河湾中北部の海域において、東京海洋大学練習船「神鷹丸」に装備したエアガン震源とストリーマーケーブルシステムを用いた2次元反射法探査および屈折法地震探査を実施した。調査測線は、駿河湾北部海域を東-西に横断し陸域に及ぶ約19.5㎞の海陸統合測線H30-R00（海域の反射法測線のみはH30-L00測線と呼ぶ）、およびH30-L00測線の南側約5㎞に位置する東-西測線H30-L02（長さ20.0㎞）および伊豆半島側の中北部海域の南-北測線H30-L01（長さ16.1㎞）の3測線である。H30-L01測線は、2016年の反射法測線H28-L01測線の延長となる。発震は、海陸統合測線H30-R00、H30-L00およびH30-L02測線ではBolt社製エアガン1500LL（350 in^3 x 3基）と1500LL（300in^3 x 3基)で構成された２つのTri-Gun（エア総容量1,950 in^3）を船尾両舷より曳航し、発震点間隔は50 mで行った。H30-R00測線では往路・復路の航行により発震間隔が25 mとなるように設定した。南-北測線H30-L01では、Bolt社製エアガン1500LL（350 in^3 x 3基、エア総容量1,050 in^3）のみを使用し25m間隔で発震した。発震点の合計は2717点となった。反射法地震探査における受振アレイは、Hydroscience社製デジタルストリーマーケーブル（長さ600 m、センサー間隔6.25 m、96チャンネル、10ftコンテナ相当規格）と最後尾の測位用テールブイで構成した。システムは全て可搬型になっており、東京海洋大学練習船「神鷹丸」（総トン数　986トン、全長65 m、幅12.10 m）の後部甲板および室内観測室に設置した（鶴我ほか,2016、2017等）。 海陸統合測線での屈折法地震探査については佐藤（本学会, 2019）を参照されたい。

一次解析の結果からは、駿河湾北部を東西に横断するH30-L00測線下において、沈み込む伊豆半島側のプレート上の堆積層上面を表すと思われる反射面が連続的に西方傾斜して確認された。これは、約1～5㎞北方に平行にある東-西測線H29-L02（約12.2km）下において観察された反射面に連なるものと推測される。また南側の東西測線H30-L02でも海底谷により中央の連続性が途切れるものの西傾斜の強い反射面が確認され、以南に位置する2016年実施の東-西測線H28-L03との比較より、いずれも伊豆半島側プレート上の堆積層の上面の

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

反射と考えられる。これらの一次解析の結果からは、駿河湾北部において不明瞭となるプレート沈み込みの上面/境界と認められる堆積層の変形などの大きな特徴はまだ確認されておらず今後の精査を待つ。一方、駿河湾東北部の南-北測線H30-L01では、H28-L01測線から延長される伊豆半島の上部堆積層の反射境界が連続して認められ、北部では起伏の激しい反射面が観察されることから、伊豆半島と本州との境界との関連性を検討する。詳細な構造解析については本発表にて報告する。

なお本調査は、文部科学省の「富士川河口断層帯の重点的調査観測」経費、東京海洋大学および地震研究所の経費を使用して実施した。静静岡県漁業協同組合連合会、駿河湾の漁業協同組合・漁業者の皆様、東海大学実習船「北斗」、東京海洋大学スタッフの船上・陸上での多大な支援とご協力をいただいた。

キーワード：プレート境界、反射法・屈折法地震探査、駿河トラフ
Keywords: Plate boundary, Seismic reflection and refraction survey, Suruga Trough

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

駿河湾北部-富士川河口断層帯におけるエアガン-OBS構造探査（序報）
Crustal structure refraction survey using Airgun-OBS in the northern part of Suruga Bay -Fujikawa fault zone- (Preliminary Report)

*馬塲 久紀[1]、鶴我 佳代子[2]、佐藤 比呂志[3]、石山 達也[3]、篠原 雅尚[3]、西宮 隆仁[4]、阿部 信太郎[5]
*Hisatoshi Baba[1], Kayoko Tsuruga[2], Hiroshi Sato[3], Tatsuya Ishiyama[3], Masanao Shinohara[3], Takahito Nishimiya[4], Shintaro Abe[5]

1. 東海大学海洋学部海洋地球科学、2. 東京海洋大学、3. 東京大学地震研究所、4. 気象庁気象研究所、5. 地震予知振興会
1. Department of Marine and Earth Science, Tokai University, 2. Tokyo University of Marine Science and Technology, 3. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 4. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency, 5. Association for the Development of Earthquake Prediction

文部科学省「富士川河口断層帯における重点的な調査観測」の地下構造探査（佐藤ほか，2019（本学会）；鶴我ほか，2019（本学会））の一環として，2018年10月に駿河湾北部を東西に縦断する約19 kmの測線（H30－L00主測線）で，東京海洋大学練習船「神鷹丸（986トン）」による反射法･屈折法地震探査が実施された．本研究発表では，エアガン-OBS構造探査（屈折法地震探査）の概要と得られた成果についてpreliminaryな報告を行う．

H30－L00主測線は，西端が静岡市清水区興津川沿岸域水深485ｍ付近から始まり，最も深い部分は駿河トラフ中軸部付近の1320ｍ，東端は沼津市戸田沿岸域水深500ｍに渡る両脇が急な斜面で挟まれたトラフ地形の測線である．駿河湾北部海域の東西距離の差し渡しが短く，沿岸域は漁場でもあることから，測線の長さは約19 kmが限界である．

主測線における屈折法地震探査では，ボルト社製Tri-Gunを2セット(総容量1950 in^3)曳航し，約50 ｍ間隔（往路･復路で発振点が間に収まるように調整したため実質的に約25 ｍ間隔）で発震，自己浮上式海底地震計（OBS）18台を約980 ｍ間隔で展開した．台風24号が，探査開始当日に駿河湾付近を通過したため，18台のOBSのうち6台が異常浮上等を起こして海岸に漂着したことなどから（中尾ほか，2019（本学会）），駿河トラフ中軸部付近でデータが得られないというアクシデントに見舞われたが，12台のOBSで良好な記録が得られた．

解析は鋭意進行中である．得られた各Record Sectionの様子を見ると，測線全体にわたって初動が明瞭に確認できるが，プレート境界をまたぐ測線でもあることから複雑な構造が推測される．見かけ速度の最も早い層は約6.8 km/secで，速度構造モデルは概ね5層構造と推定される．第1層および第2層の堆積層，ならびに第3層（音響基盤層）は，駿河湾中軸部に向かって西側傾斜をしており，反射断面（鶴我ほか，2019（本学会））と一致する．詳細な速度構造モデル結果については本発表で報告する予定である．

OBSの設置において，由比港漁業協同組合，清水漁協協同組合，戸田漁協協同組合には，多大なるご協力とご迷惑をおかけしました．

キーワード：駿河湾、OBS、地殻構造
Keywords: Suruga Bay, OBS, Crustal Structure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

内浦湾における活断層イメージングのための三次元減衰プロファイリング
3D seismic attenuation profiling for imaging an active fault in Uchiura wan

*鶴 哲郎[1]、清水 史緒[1]、小川 真由[1]、朴 進午[2]、古山 精史朗[1]、荒井 晃作[3]、井上 卓彦[3]、郭 晨[2]
*Tetsuro Tsuru[1], Shio Shimizu[1], Mayu Ogawa[1], Jin-Oh Park[2], Seishiro Furuyama[1], Kosaku Arai[3], Takahiko Inoue[3], Chen Guo[2]

1. 東京海洋大学、2. 東京大学大気海洋研究所、3. 産業技術総合研究所
1. Tokyo University of Marine Science and Technology, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 3. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

We tested seismic attenuation profiling (SAP) to image active faults on a mini-3D seismic reflection dataset observed at Uchiura wan in 2018. Seismic reflection surveys are often conducted to investigate not only geological structures but also development of faults in sedimentary basins, because the past activities of faults are recorded as offsets of geological formations at their locations. However, it is sometimes difficult to specify the existence of faults within highly faulted/fractured areas because seismic reflections are inherently invisible there. SAP has been, therefore, applied to image faults as well as fractures and investigate their activities in poorly reflective areas: the igneous oceanic crust and volcanic areas.

SAP is a method to map seismic attenuation property using seismic reflection data. The authors use the spectral ratio method to estimate Q from seismic reflection data in frequency domain, because the method can be robustly applied in poorly reflective area. Reversely, Q-estimation methods in time domain are not stable in such areas because no reliable amplitude information is available there. However, SAP using the spectral ratio method has not been applied to image faults and fractures developed in sedimentary units (e.g. Tsuru et al, 2017; 2018), because the accuracy in Q-estimation decreases due to spectrum distortions. The spectrum distortions are mostly caused by interruption between primary reflections and interbed multiples within the sedimentary layers. Shimizu (2019) investigated the influences of several Q-estimation methods to interbed multiples by numerical experiments and then improved some processing parameters in the estimation of Q in the frequency domain. As a result, the authors successfully imaged a trend of an active fault on SAP time-slices (Q-slices) from a mini-3D seismic reflection dataset.

A high-resolution mini-3D seismic survey was conducted at Uciura wan in Suruga Bay on August 7th in 2018, by chartering R/V Daini Ikoi Maru of Oki Seatec Co., Ltd. During the survey, twenty of seismic lines were collected with sampling rate of 1 ms. An underwater speaker was adopted as an energy source in consideration of mitigating impact on marine ecosystem. Shot records were collected every 10 s (equivalent to about 10 m with the vessel speed of 2 knots) with a streamer cable of 16 channels. The source and the streamer cable were towed at 0.5 and about 1 m depths, respectively.

As a result of seismic data processing, including band-pass filter, NMO corrections and stacking with one velocity of 1500 m/s, a 3D seismic cube was created. The seismic cube was used for input data of SAP analysis. The data processing was conducted by MATLAB. On the other hand, as a result of the SAP analysis, a 3D cube of average Q was created. An active fault, which cuts seafloor, was clearly demonstrated over several seismic reflection profiles. However, its trend was not clear on seismic

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

time-slices. Reversely, the trend of active fault was clearly figured out on several Q-slices as high attenuation anomalies. In this paper, we would like to show the results of SAP analysis from the mini 3D seismic reflection data observed in Uchiura wan.

キーワード：地震波減衰、活断層、三次元地震探査データ
Keywords: seismic attenuation, active fault, 3D seismic data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

愛知県西尾市における高浜断層及び横須賀断層の延長部における重力探査
Gravity survey at the extension of the Takahama fault and the Yokosuka fault in Nishio City, Aichi Prefecture

*竜沢 篤ノ助[1,2]、住田 達哉[2]、伊藤 忍[2]、阿部 朋弥[2]
*Tokunosuke Tatsuzawa[1,2], Tatsuya Sumita[2], Shinobu Ito[2], Tomoya Abe[2]

1. 早稲田大学大学院創造理工学研究科地球・環境資源理工学専攻、2. 産業技術総合研究所
1. Department of Earth Sciences, Resources and Environmental Engineering, Creative Science and Engineering, Faculty of Science and Engineering, Waseda University, 2. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

高浜断層及び横須賀断層に関連する地下構造を明らかにすることを目的として、愛知県西尾市において重力探査を実施した（図1）。当該地域は2018年9月に反射法地震探査（伊藤、2019）、及び屈折法による速度構造の解析が実施された。そこで、地震探査測線及びその延長部で重力探査を実施し（測線1、2）、地震探査結果と比較検討することでより詳細な地下構造を明らかにすることができると考えた。また、国土地理院発行の都市圏活断層図「蒲郡」（岡田ほか、2004）によると横須賀断層の北方延長部であり、杉戸・岡田（2004）によって伏在断層の存在が推定されている矢作古川周辺においても重力探査を実施した（測線3）。

本探査はラコストD型重力計（D68）及びラコストG型重力計（G304）を用いて、測線1及び測線2では測定点間隔約50m及び約100m、測線3では測定点間隔約30m及び約50mで、計150点の相対重力測定を行った。各測定点の位置座標は主にGNSS測量（ネットワーク型RTK法VRS方式）で、一部トータルステーション測量を併用して計測した。重力異常の計算は地質調査所重力補正標準手順SPECG1988（地質調査所重力探査グループ、1989）で行った。ブーゲー異常の計算では、50mメッシュDEMを用いた地形補正（村田ほか、1996）を行った。当該地域が平野部であることから地形が重力異常に与える影響は小さく、単純ブーゲー異常と50mメッシュDEMを用いたブーゲー異常との差は最大で0.074mGalであり、両者の間でパターンが大きく異なることはなかった。

重力探査の結果、地震探査測線とその延長部の測線（測線1、2）のブーゲー異常は、屈折法の解析結果であるP波速度分布断面の3000m/sの等速度線の起伏と良い相関がみられた。矢作古川沿いの測線（測線3）については、既往調査（杉戸・岡田、2004；今泉ほか編、2018など)によって横須賀断層の伏在断層の存在が推定されている地点の周辺において、ブーゲー異常の変動が大きかった。また、測線2東部でブーゲー異常の変動がみられた測定点周辺は、屈折法の解析結果においても周囲よりP波速度が遅く特異な地点であった。今後、反射断面の境界と重力異常値を用いて密度構造の推定を行い、詳細を検討する予定である。

文献

伊藤忍、2019、反射法地震探査による横須賀断層北部の地下構造、本大会
今泉俊文・宮内崇裕・堤浩之・中田高編、2018、活断層詳細デジタルマップ　新編、154p
村田泰章・牧野雅彦・遠藤秀典・渡辺和明・渡辺史郎・卜部厚志、1996、神戸市・芦屋市・西宮市における精密重力探査(1)－重力異常と伏在断層－、地質調査所月報、47、2/3、109-132
岡田篤正・鈴木康弘・堤浩之・東郷正美、2004、1:25,000都市圏活断層図「蒲郡」、国土地理院
杉戸信彦・岡田篤正、2004、1945年三河地震の地表地震断層、活断層研究、24、103-127
地質調査所重力探査グループ、1989、地質調査所重力補正標準手順SPECG1988について、地質調査所月報、40、11、601-611

キーワード：活断層、重力異常、地下構造、密度構造、反射法地震探査、ラコスト重力計
Keywords: active fault, gravity anomaly, subsurface structure, density structure, seismic reflection survey, Lacoste gravimeter

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

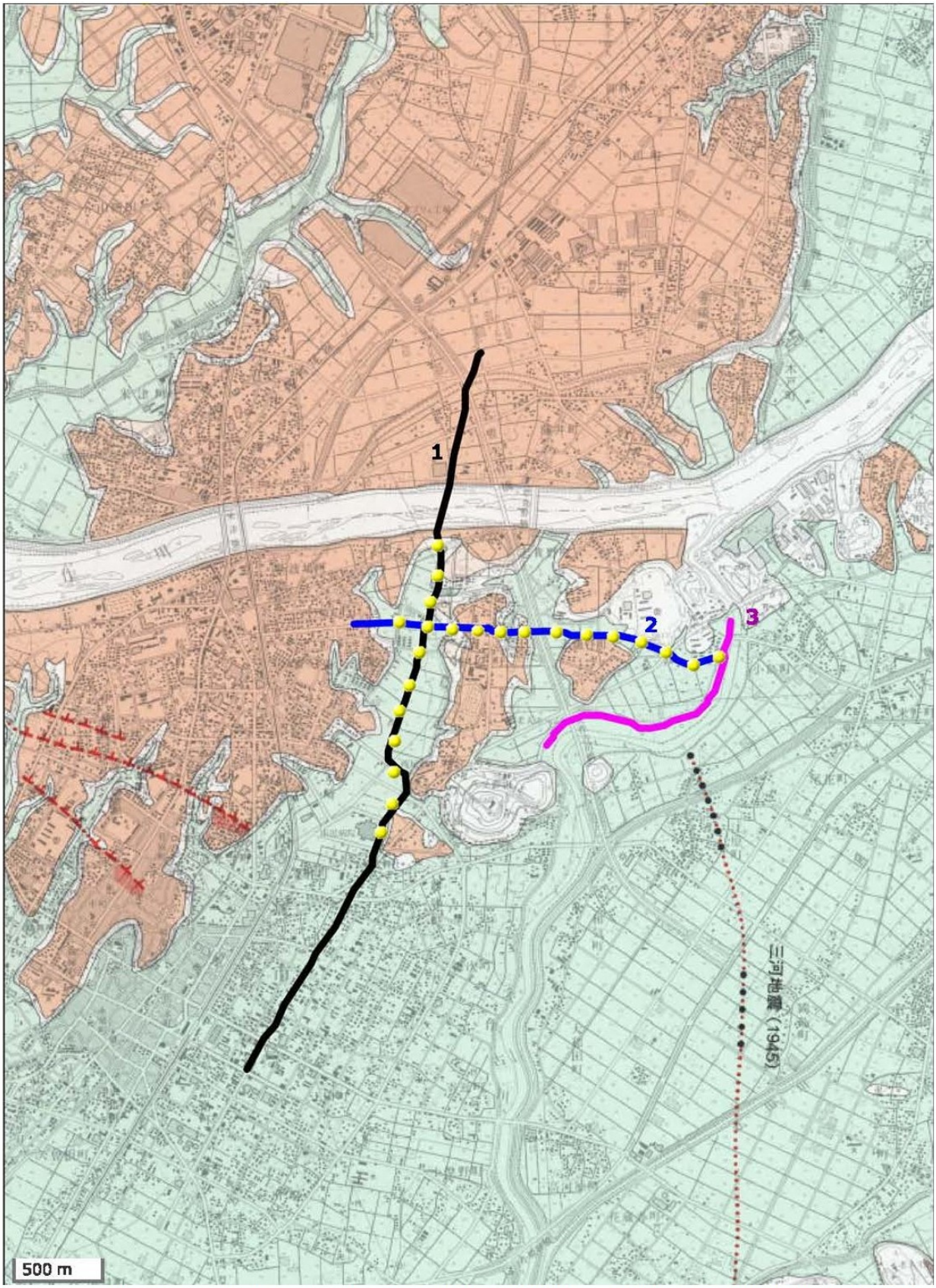


図1　愛知県西尾市における重力探査測線。都市圏活断層図「蒲郡」（岡田ほか、2004）をもとに加工して作成。
黒線が測線1、青線が測線2、紫線が測線3、を示す。測線1及び測線2の一部では反射法地震探査（2019、伊藤）が実施された。黄点線はその地震探査測線を示す。赤線は活断層、赤点は活断層(伏在部)、黒点は地震断層を示す。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Subduction geometry and seismicity around northern Ryukyu subduction zone

*山本 揚二朗[1]、高橋 努[1]、石原 靖[1]、尾鼻 浩一郎[1]、三浦 誠一[1]、小平 秀一[1]、金田 義行[2]
*Yojiro Yamamoto[1], Tsutomu Takahashi[1], Yasushi Ishihara[1], Koichiro Obana[1], Seiichi Miura[1], Shuichi Kodaira[1], Yoshiyuki Kaneda[2]

1. 海洋研究開発機構、2. 香川大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), 2. Kagawa University

At the Ryukyu subduction zone, located forearc region of Japan’ s Southwest Islands, the Philippine Sea plate is subducting beneath the Eurasian plate toward northwest direction. Due to the subduction, not only active seismicity but also short-term slow slip event (SSE) (Nishimura, 2014) and low frequency tremor (LFT) activity (Yamashita et al., 2015) were observed in the forearc region of Ryukyu arc. However, the subduction geometry is still unclear since seismic and geodetic stations are limited to the sparsely distributed islands. To know the seismicity, lithospheric structures and subduction geometry, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC) launched a series of seismic observations and active-source seismic surveys at the Ryukyu arc from 2013, as a part of research project funded by Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, Japan. In FY2016, we have conducted a passive source observation in the northern Ryukyu forearc region. We have deployed 47 seismic stations including 43 ocean bottom seismographs (OBS) and 4 onshore stations at Tanegashima (two stations), Nakano-shima, and Akuseki-jima. The observation period of OBS is about 4 months, from September to December 2016.
In this study, we conduct double-difference seismic tomography (Zhang and Thurber, 2006) to obtain both precious hypocenter location and structural information around plate boundary. We combine 1,303 events detect from our observation data with 454 events from Japan Meteorological Agency (JMA) with our data set. To improve the spatial resolution and ray coverage, we also used the arrival time data at 33 permanent stations from JMA seismic catalogue and dataset of a part of previous OBS observation in Hyuga-nada (Yamamoto et al., 2013; 161 events and 27 OBSs). After the tomographic inversion, we estimate the focal mechanisms by using P-wave first arrival polarity data. Then, we establish the subduction geometry model with reference to the velocity model, distribution of low-angle thrust type earthquakes, previous geometry model based on active source surveys (Nishizawa et al., 2009, 2017; Nakanishi et al., 2018).
Estimated subduction geometry indicates that there is no obvious roughness in this study area. Interplate earthquake, defined as earthquakes within 5 km from plate boundary of this study, is active at depth between 15 and 30 km especially in the southern part. The down-dip limit of interplate earthquakes is corresponding to the high Vp/Vs just above the plate boundary, suggesting that the existence of serpentinized mantle wedge. In addition, LFT, SSE, and interplate earthquake seem to be separately occurred along the plate boundary. Intraslab earthquake is also active. Some of them occurred in the seaward of trench axis. The separation between intraslab earthquakes and plate boundary is larger (25 ~ 30 km) in northern part than that in southern part (15 ~ 20 km). This regionality might be relate to the subduction of Amami Plateau.

キーワード：琉球沈み込み帯、フィリピン海プレート、地震活動、トモグラフィ
Keywords: Ryukyu Trench subduction zone, Philippine Sea Plate, seismicity, tomography

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

2019年5月30日(木) 9:00 ~ 10:30 | A09 東京ベイ幕張ホール

[S-IT25] Planetary cores: Structure, formation, and evolution

コンビーナ:寺崎 英紀(大阪大学大学院理学研究科)、大谷 栄治(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、William F McDonough(University of Maryland College Park)、George Helffrich(Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology)、座長:George Helffrich(ELSI, Tokyo Institute of Technology)、寺崎 英紀

There are fundamental links between the formation and evolution of planets and their satellites to that of their cores. Defining the physical and chemical properties of the cores of these terrestrial bodies are fundamental for understanding their internal structures and thermal profile. Recent advances in experimental and theoretical studies provide new insights and applications to the Earth's cores and other terrestrial bodies. Near-future exploration missions will obtain data on the internal structure of terrestrial planets (e.g., Mars and Mercury) and planet-satellite systems. We anticipate presentations on recent advances on the physical and chemical properties of cores and discussions regarding the latest views of their formation and evolution. We welcome contributions from mineral/rock physics, geophysics, geochemistry, geodynamics, and planetary science.

9:00 ~ 9:15

[SIT25-01] **High-pressure Equation of State of Schreibersite $Fe_{2.15}Ni_{0.85}P$: Implications for the Martian Core**

*Xuejing He[1]、Jiazeng Guo[2]、Xiang Wu[3]、Shengxuan Huang[1]、Fei Qin[1]、Xiangping Gu[4]、Shan Qin[1] (1.Peking Univ.、2.Nanyang Normal Univ.、3.China Univ. of Geosciences、4.Central South Univ.)

9:15 ~ 9:30

[SIT25-02] Bottom-up solidification versus top-down solidification of the liquid core of the relatively small planetary bodies

*浦川 啓[1]、寺崎 英紀[2] (1.岡山大学大学院自然科学研究科、2.大阪大学大学院理学研究科)

9:30 ~ 9:45

[SIT25-03] P-wave velocity of Fe_3S under high pressure and temperature

*鎌田 誠司[1,2]、寺崎 英紀[3]、福井 宏之[4,5]、坂巻 竜也[2]、内山 裕士[6]、筒井 智嗣[6]、大谷 栄治[2]、Baron Alfred[5] (1.東北大学学際科学フロンティア研究所、2.東北大学大学院理学研究科地学専攻、3.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻、4.兵庫県立大学物質理学研究科物質科学専攻、5.RIKEN、6.JASRI)

9:45 ~ 10:00

[SIT25-04] The sound velocity of liquid Fe-Ni-S-Si alloys under Mercury’s core condition

*山田 伊織[1]、寺崎 英紀[1]、神谷 朝香[1]、鶴岡 椋[1]、肥後 祐司[2]、町田 晃彦[3] (1.大阪大学大学院理学研究科、2.(財)高輝度光科学研究センター、3.量子科学技術研究開発機構)

10:00 ~ 10:15

[SIT25-05] レーザー衝撃実験によるFe-Si融体の重力不安定性成長のその場観察

*寺崎 英紀[1]、境家 達弘[1]、重森 啓介[2]、加藤 弘樹[2]、弘中 陽一郎[2]、近藤 忠[1] (1.大阪大学大学院理学研究科、2.大阪大学レーザー科学研究所)

10:15 ~ 10:30

Discussion

High-pressure Equation of State of Schreibersite $Fe_{2.15}Ni_{0.85}P$: Implications for the Martian Core

*Xuejing He[1], Jiazeng Guo[2], Xiang Wu[3], Shengxuan Huang[1], Fei Qin[1], Xiangping Gu[4], Shan Qin[1]

1. Peking Univ., 2. Nanyang Normal Univ., 3. China Univ. of Geosciences, 4. Central South Univ.

Phosphorus is thought to be an important light element existing in planetary cores. The phosphorus abundance is evaluated to be ~0.20 wt% in the Earth’ s core, and ~0.32 wt% in the Martian core. To fully understand its existence in planetary cores, structural and physical properties of iron-nickel phosphides should be investigated under high pressure and high temperature. $(Fe,Ni)_3P$-schreibersite is observed as a common accessory in the veinlet of iron and stony-iron meteorites, so that it is of significance to discuss and constrain the properties of planetary cores. The equation of state of a natural single-crystal schreibersite, $Fe_{2.15}Ni_{0.85}P$, has been studied up to ~50 GPa at room temperature in a diamond anvil cell using *in situ* synchrotron-radiation X-ray diffraction. The sample kept its tetragonal structure ($I\bar{4}$) up to the highest pressure with no observation of phase transition. Experimental results have shown that the magnetic collapse of $Fe_{2.15}Ni_{0.85}P$ is weakened because of the substitution of nickel, leading to an isotropic axial compressibility. The pressure-volume data were fitted by the third-order Birch-Murnaghan equation of state, yielding K_0 = 184(4) GPa, K_0' = 4.1(2), V_0 = 365.9(1) $Å^3$. The density of $Fe_{2.15}Ni_{0.85}P$, along with several iron sulfides and iron phosphides has been calculated under relative pressure-temperature conditions of the Martian core. The comparison with that of γ-Fe and a density model of the Martian core evidences that nickel and phosphorus dopant would result in density reduction of iron sulfides, suggesting that $(Fe,Ni)_3(S,P)$ might be a possible compound existing in the Martian core.

Keywords: schreibersite, high pressure, equation of state, Martian core

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Bottom-up solidification versus top-down solidification of the liquid core of the relatively small planetary bodies

*浦川 啓[1]、寺崎 英紀[2]
*Satoru Urakawa[1], Hidenori Terasaki[2]

1. 岡山大学大学院自然科学研究科、2. 大阪大学大学院理学研究科
1. Department of Earth Sciences, Okayama University, 2. Department of Earth and Space Science, Osaka University

Some planetary bodies, such as Mercury and Ganymede, have their own magnetic fields and other bodies, such as the Moon and Mars, once had a magnetic field. These magnetic fields of the relatively small bodies are thought to be originated from core dynamo driven by compositional convection. Compositional convection is related to the density fluctuation due to partial crystallization of liquid core. The phenomenon that iron solidified at the upper part of the core settles is called ‘Fe snowing’ and it is considered as the main cause of compositional convection in the core of the small planetary bodies. However, crystallization of iron occurs from the top of the core in some cases and from the bottom of the core in another case, due to the complexity of melting relationships of iron-light element system under pressure. Whether the top-down freezing occurs or the bottom-up freezing occurs depends on the adiabat in the liquid core and the melting slope of the constituent substance of the core. We have investigated the adiabatic temperature gradient of the Fe-S liquid core based on the thermal expansivity which is determined by X-ray absorption density measurements at high pressures. Then, we divided the pressure-composition space for the Fe-FeS system into the bottom-up solidification field and the top-down solidification field at the pressures up to 10 GPa. These would contribute to understand the generation of magnetic field in the relatively small bodies.

キーワード：惑星磁場、惑星核、組成対流、断熱温度勾配、Fe-Sメルト
Keywords: Planetary magnetic field, planetary core, compositional convection, adiabat, Fe-S liquid

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

P-wave velocity of Fe_3S under high pressure and temperature

*鎌田 誠司[1,2]、寺崎 英紀[3]、福井 宏之[4,5]、坂巻 竜也[2]、内山 裕士[6]、筒井 智嗣[6]、大谷 栄治[2]、Baron Alfred[5]
*Seiji Kamada[1,2], Hidenori Terasaki[3], Hiroshi Fukui[4,5], Tatsuya Sakamaki[2], Hiroshi Uchiyama[6], Satoshi Tsutsui[6], Eiji Ohtani[2], Alfred Q.R. Baron[5]

1. 東北大学学際科学フロンティア研究所、2. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、3. 大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻、4. 兵庫県立大学物質理学研究科物質科学専攻、5. RIKEN、6. JASRI
1. Frontier Research Institute for Interdisciplinary Sciences, Tohoku University, 2. Department of Earth Science, Graduate School of Science, Tohoku University, 3. Department of Earth and Space Science, Graduate School of Science, Osaka University, 4. Graduate School of Material Science, University of Hyogo, 5. RIKEN, 6. JASRI

Martian cores have been thought to include a certain amount of sulfur as a light element. Sohl and Spohn (1997) proposed seismic wave velocity and density profiles of the interior of Mars based on equations of state of core matrials although seismic wave velocities of core materials are needed for presice estimation. However, there have been only a limited number of works for V_P of Fe alloys with sulfur. In the Fe-FeS system, V_P of FeS and FeS_2 have been studied (e.g. Badro et al. 2007) but these compounds are not appropriate for the core materials of Mars because Fe_3S is a stable phase above 20 GPa corresponding to Martian core conditions (Fei et al., 1997, 2000) up to at least 200 GPa (Kamada et al., 2010, 2012). Therefore, Fe_3S is a subsolidus phase together with ε -Fe in the Fe-Fe_3S system at Martian core conditions and it is essential to study V_P of Fe_3S to understand seismic properties of the Martian core. We have measured sound V_P of Fe_3S under high temperature and pressure at BL35XU of SPring-8.
In this study, a synthesized Fe_3S was used as a starting material. A symmetric diamond anvil cell was used to generate high pressures. IXS(Inelastic X-ray Scattering) and XRD experiments were performed at the beamline 35XU of SPring-8, Japan (Baron et al., 2000). V_P of Fe_3S were measured up to 100 GPa and 2000 K. We will discuss temperature effect on the V_P of Fe_3S and the Birch's law and seismic wave velocity profile of the Martian core.

キーワード：非弾性X線散乱法、ダイヤモンドアンビルセル、レーザー加熱
Keywords: Inelastic X-ray scattering, diamond anvil cell, laser heateting

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The sound velocity of liquid Fe-Ni-S-Si alloys under Mercury’s core condition

*山田 伊織[1]、寺崎 英紀[1]、神谷 朝香[1]、鶴岡 椋[1]、肥後 祐司[2]、町田 晃彦[3]
*Iori Yamada[1], Hidenori Terasaki[1], Asaka Kamiya[1], Ryo Tsuruoka[1], Yuji Higo[2], Akihiko Machida[3]

1. 大阪大学大学院理学研究科、2. (財)高輝度光科学研究センター、3. 量子科学技術研究開発機構
1. Graduate School of Science, Osaka University, 2. Japan Synchrotron Radiation Research Institute, 3. National Institute for Quantum and Radiological Science and Technology

Mercury has a large liquid core and it mainly consists of Fe-Ni and possibly contains some light elements. The X-ray spectroscopy measurements by the MESSENGER spacecraft indicates that surface on Mercury contains 1-4wt% S (Nittler et al. 2011). When silicate containing 1-4 wt%S coexists with liquid metal, S and Si tend to dissolve into liquid metal based on partitioning of S and Si between metal and silicate melts. This suggests that both S and Si are likely to be included in the outer core of Mercury (Chabot et al. 2014). Thus, elastic properties of liquid Fe-Ni-S-Si at BL04B1 and BL22XU beamlines, SPring-8 Facility. High pressure was generated using 1500ton Kawai-type or 180 ton cubic multianvi press. The sound velocity was measured using the pulse-echo overlap method. We used two kinds of compositions (Fe-11wt%Ni-6wt%S-4wt%Si and Fe-11wt%Ni-3wt%S-8wt%Si) for Fe-Ni-S-Si sample. The P-wave velocity (V_P) was measured up to 16 GPa and 2000 K and it increases with pressure. Temperature dependence on the V_P of liquid Fe-Ni (Kuwabara et al. 2016), the V_P of liquid Fe-Ni decreases approximately 1.6 % by addition of 6 wt%S and 4 wt%Si and increases approximately 3.1 % by addition of 3wt%S and 8wt%Si. This suggests that the effect of S reduces the V_P effectively also in the Fe-Ni-S-Si system.

キーワード：水星、核、音速、軽元素
Keywords: Mercury, Core, Sound velocity, Light element

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

レーザー衝撃実験によるFe-Si融体の重力不安定性成長のその場観察
In situ observation of Rayleigh–Taylor instability growth of liquid Fe-Si using laser shock

*寺崎 英紀[1]、境家 達弘[1]、重森 啓介[2]、加藤 弘樹[2]、弘中 陽一郎[2]、近藤 忠[1]
*Hidenori Terasaki[1], Tatsuhiro Sakaiya[1], Keisuke Shigemori[2], Hiroki Kato[2], Yoichiro Hironaka[2], Tadashi Kondo[1]

1. 大阪大学大学院理学研究科、2. 大阪大学レーザー科学研究所
1. Graduate School of Science, Osaka University, 2. Institute of Laser Engineering, Osaka University

Rayleigh–Taylor instability occurs at the interface between two fluids with different densities when a heavy fluid overlies a light one in a gravitational field. The RT instability is considered as one of the important core formation mechanism beneath the magma ocean. This mechanism has been discussed from simulations (e.g., Honda et al. 1993, Ricard et al. 2009) and analog experiment (e.g., Olson and Weeraratne, 2008). However, experimental approach using liquid Fe-alloys for this mechanism has never been performed under high pressure. In this study, we applied the laser-shock technique to observe *in situ* the Rayleigh–Taylor instability of liquid Fe-Si alloy under high pressure. The growth of the Rayleigh–Taylor instability was successfully observed using *in situ* x-ray radiography under shock compression. The growth rate of the Rayleigh–Taylor instability was estimated to 0.3 ns^{-1}. The present results provide useful information to constrain the time scale of the Earth’s and planetary core formation.

キーワード：核形成、レイリー・テーラー型重力不安定、鉄合金融体
Keywords: Core formation, Rayleigh–Taylor instability, liquid Fe-alloy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | A09 東京ベイ幕張ホール

[S-IT25] Planetary cores: Structure, formation, and evolution

コンビーナ:寺崎 英紀(大阪大学大学院理学研究科)、大谷 栄治(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、William F McDonough(University of Maryland College Park)、George Helffrich(Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology)、座長:William McDonough(University of Maryland / Tohoku University)、大谷 栄治(東北大学)

There are fundamental links between the formation and evolution of planets and their satellites to that of their cores. Defining the physical and chemical properties of the cores of these terrestrial bodies are fundamental for understanding their internal structures and thermal profile. Recent advances in experimental and theoretical studies provide new insights and applications to the Earth's cores and other terrestrial bodies. Near-future exploration missions will obtain data on the internal structure of terrestrial planets (e.g., Mars and Mercury) and planet-satellite systems. We anticipate presentations on recent advances on the physical and chemical properties of cores and discussions regarding the latest views of their formation and evolution. We welcome contributions from mineral/rock physics, geophysics, geochemistry, geodynamics, and planetary science.

10:45 ~ 11:00

[SIT25-06] *P-V-T* equation-of-state of liquid Fe from *ab-initio* simulations to the TPa regime

*Gerd Steinle-Neumann[1]、Fabian Wagle[1] (1.Bayerisches Geoinstitut, University of Bayreuth, Germany)

11:00 ~ 11:15

[SIT25-07] ***Ab initio* study of Iron-Nickel alloys in Super-Earths cores**

*Francois Soubiran[1]、Razvan Caracas[1] (1.Ecole normale superieure de Lyon, Laboratoire de Géologie de Lyon, Université Lyon 1, CNRS UMR 5276, Lyon, France)

11:15 ~ 11:30

[SIT25-08] **Impurity effect on the iron's transport properties at Earth's core conditions: A key constraint for the evolution of the Earth's core**

*Youjun Zhang[1]、Mingqiang Hou[2]、Nilesh Salke[2]、Jung-Fu Lin[3] (1.Sichuan University、2.HPSTAR、3.University of Texas at Austin)

11:30 ~ 11:45

[SIT25-09] 214 GPaまでのFe-FeO系の共融点組成の決定

*岡 健太[1]、木所 佑斗、廣瀬 敬[1]、中島 陽一[2]、Guillaume Morard[3]、Guillaume Fiquet[3]、Nicolas Coudurier[3] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2.熊本大学大学院先導機構、3.ソルボンヌ大学)

11:45 ~ 12:00

[SIT25-10] B2 phase in the inner core: constraints from high pressure experiments

*Eiji Ohtani[1]、Daijo Ikuta[1]、Seiji Kamada[2]、Tatsuya Sakamaki[1]、Naohisa Hirao[3] (1.Department of Earth and Planetary Materials Science, Graduate School of Science, Tohoku University、2.Frontier Institute for Interdisciplinary Research, Tohoku University、3.SRring-8, Japan Synchrotron Research Institute)

12:00 ~ 12:15

Discussion

P-V-T equation-of-state of liquid Fe from *ab-initio* simulations to the TPa regime

*Gerd Steinle-Neumann[1], Fabian Wagle[1]

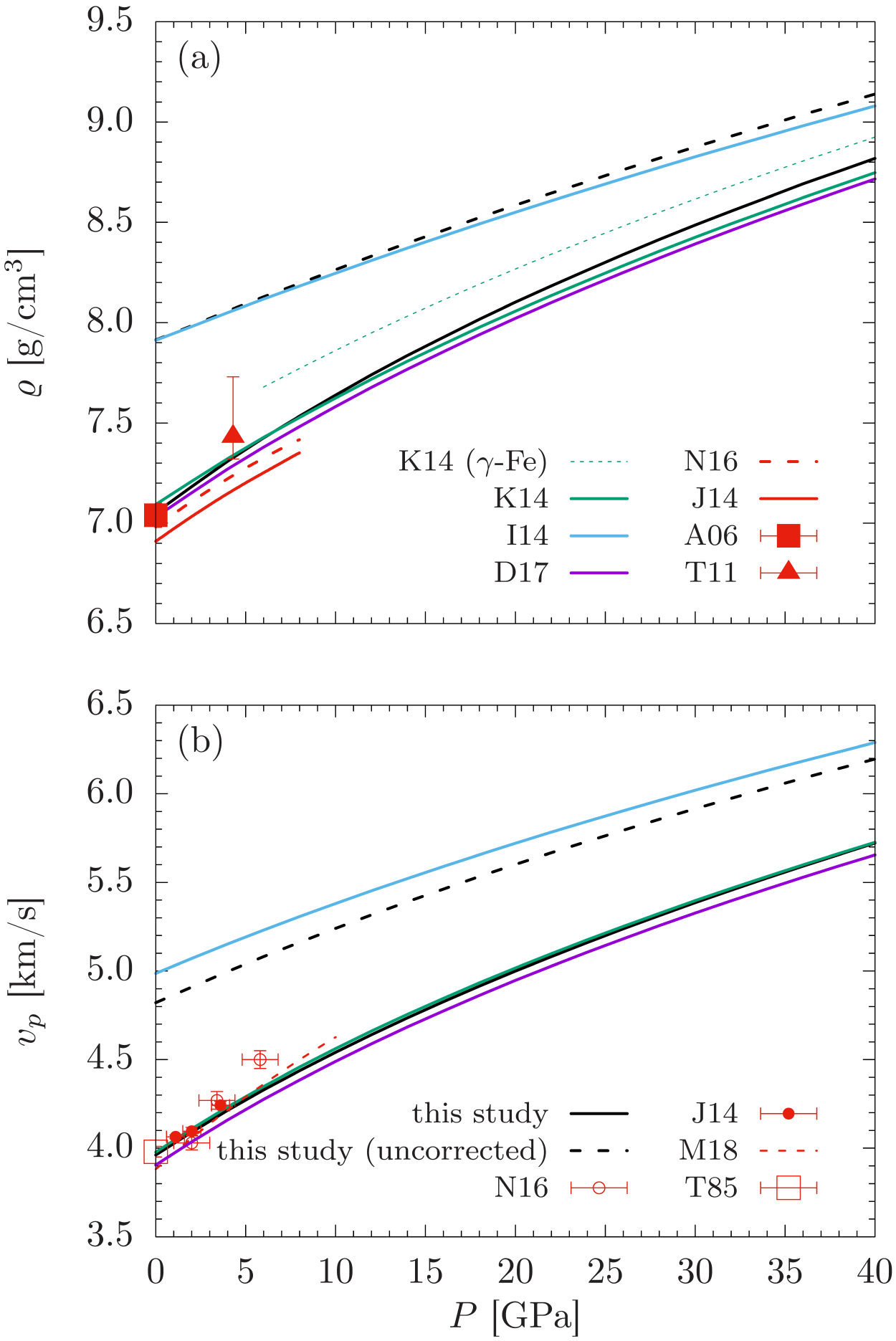
1. Bayerisches Geoinstitut, University of Bayreuth, Germany

The pressure-volume-temperature (*P-V-T*) equation-of-state (EoS) of liquid iron provides important information (reference adiabat, density ρ, and higher order thermodynamic parameters) in the modelling of the internal structure of planetary bodies with Fe-based cores. Relevant P-conditions range from a few GPa (Moon, Mercury) through the Mbar range (Earth) to several TPa (super-Earth exoplanets). Experimental data on ρ in the liquid stability field are scarce and a thermodynamic assessment of ρ depends on matching Gibbs energy along the melting line which remains controversial to this day. The alternative determination of a *P-V-T* EoS based on ab-initio simulations, on the other hand, suffer from the fact that ρ at ambient P is predicted too large by as much as 20% in the simulations [e.g., 1]. Here, we have fitted *P-V-T* triplets from *ab-initio* molecular dynamics simulations with an EoS formulation that is thermodynamically self-consistent [2] and combined it with a correction formalism that accounts for the known ρ-mismatch at ambient *P* [3]. As the correction is additive to the Helmholtz potential and shows the correct limiting behavior at high and low ρ, the thermodynamic self-consistency of the results is not affected. Using this combination, the EoS we have developed reproduces ρ from shock-wave experiments as well as previous models, but shows a significantly improved agreement at ambient *P*, the critical point and the sole low ρ measurement at 4.3 GPa [4] (T11 in Figure). We explore the performance of our thermodynamic potential and various previously published models [1,5,6] for liquid iron over a wide range of conditions: (i) at ambient pressure as a function of temperature, (ii) along the melting curve of Fe to 40 GPa, relevant for the cores of smaller terrestrial bodies in our solar system (Figure), (iii) along isentropes in the Earth's outer core and (iv) for the core of super-Earth Kepler-36b. The correction term significantly improves the agreement of computed properties with experiments and other thermodynamic models that are based on an assessment of the phase diagram at ambient and moderate pressure, showing how *ab-initio* molecular dynamics simulations can be used at par with other thermodynamic techniques. For the Earth's core, densities from the various models are similar, but higher-order derivatives (acoustic velocities and Grüneisen parameter) show significant differences. Evaluated along a core-temperature profile in Kepler-36b, differences in density from various models are negligible, for core mass they do not exceed 2%, showing robust extrapolation of all equation of state models.

[1] Ichikawa et al., JGR 119, 240 (2014) (I14); [2] Vlček et al., PRB 85, 184201 (2012); [3] French & Mattsson, JAP 116, 013510 (2014); [4] Tateyama et al., PCM 38, 801 (2011) (T11); [5] Komabayashi, JGR 119, 4164 (2014) (K14); [6] Dorogokupets et al., SciRep 7, 41,863 (2017) (D17); [7] Nishida et al., PEPI 257, 230 (2016) (N16); [8] Jing et al., EPSL 396, 78 (2014) (J14); [9] Assael et al., JPCRD 35, 285 (2006) (A06); [10] Morard et al., AmMin 103, 1770 (2018) (M18); [11] Tsu et al., BRIMDM 41, 1 (1985) (T85).

Keywords: planetary cores, iron, equation of state

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Ab initio study of Iron-Nickel alloys in Super-Earths cores

*Francois Soubiran[1], Razvan Caracas[1]

1. Ecole normale superieure de Lyon, Laboratoire de Géologie de Lyon, Université Lyon 1, CNRS UMR 5276, Lyon, France

Iron-nickel alloys are considered the main components of Earth and Super-Earth cores, which make them crucial systems in order to comprehend the properties of these planets. While the relative nickel content is anticipated to be around 10% in the Earth, this value could differ slightly in other planets because of different host star metallicity and formation history. It is thus important to understand the properties of iron-nickel systems with various compositions in the multi-megabar regime.

While pure iron is anticipated to have hexagonal close packing at high pressure, nickel is expected to have face-centered cubic packing. This means there is a structural change as the composition is modified, which can also mean a limited stability of the solid solutions of iron-nickel.

We will discuss the properties of iron-nickel alloys in the megabar regime as predicted by *ab initio* simulations. We will examine the relative stability of different iron-nickel solid solution compositions and the interplay of the spin states. After characterizing the properties of these alloys at pressure-temperature conditions relevant for Super-Earth, we will discuss possible consequences their cores.

Keywords: Super-Earth, iron core, Ab initio simulations

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Impurity effect on the iron’s transport properties at Earth’s core conditions: A key constraint for the evolution of the Earth’s core

*Youjun Zhang[1], Mingqiang Hou[2], Nilesh Salke[2], Jung-Fu Lin[3]

1. Sichuan University, 2. HPSTAR, 3. University of Texas at Austin

The Earth’s core is mainly composed of Fe-Ni alloyed with some light elements, such as Si, S, O and C [1]. The transport properties of Fe alloys at Earth’s core conditions constrain the heat flow from the core into mantle, which governs the geodynamo, dynamics and thermal evolution of Earth’s core [2,3]. While, this property is still not well understood and remains controversial in previous work due to the experimental challenging at very high pressure and temperature [4,5]. Here, we directly measure the electrical resistivity of hcp-Fe-Ni and hcp-Fe-Si alloys at the relevant conditions of Earth’s core using double-side laser-heated Diamond Anvil Cells. Our results show a quasi-linear relation between temperature and resistivity in hcp-Fe-Ni and hcp-Fe-Si at the core pressures. Compared with hcp-Fe [6], the impurities like Ni and Si can elevate iron’s resistivity but they show different magnitude. Thermal conductivity of an Fe-Ni-Si alloy as a candidate core composition was modelled via the Wiedemann-Franz law based on our measured resistivity. Our results show that the core’s thermal conductivity could be strongly reduced by impurities, supporting a Mesoproterozoic inner core age and a self-consistent convection-driven geodynamo.

Refs:
[1] Li and Fei. Treat. Geochem., 527-557 (2014)
[2] Davies et al. Nat. Geosci. 8, 678-685 (2015)
[3] Williams. Annu. Rev. Earth Planet. Sci. 46: 47-66 (2018)
[4] Ohta et al. Nature 534, 95-98 (2016)
[5] Konôpková et al. Nature 534, 99-101 (2016)
[6] Zhang et al. Submitted, (2019)

Keywords: Fe alloys, Transport properties, High pressure-temperature, Geodynamo, Thermal evolution of the core

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

214 GPaまでのFe-FeO系の共融点組成の決定
Melting in the Fe-FeO system to 214 GPa

*岡 健太[1]、木所 佑斗、廣瀬 敬[1]、中島 陽一[2]、Guillaume Morard[3]、Guillaume Fiquet[3]、Nicolas Coudurier[3]
*Kenta Oka[1], Yuto Kidokoro, Kei Hirose[1], Yoichi Nakajima[2], Guillaume Morard[3], Guillaume Fiquet[3], Nicolas Coudurier[3]

1. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2. 熊本大学大学院先導機構、3. ソルボンヌ大学
1. Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo, 2. Priority Organization for Innobation and Excellence, 3. Sorbonne Université

Oxygen is one of the likely candidates as the light elements in the Earth’ s core. If oxygen is the primary one, the oxygen content in the outer core should be less than that of the eutectic liquid composition in the Fe-FeO system, which is required to explain the dense solid inner core compared to the liquid outer core. The eutectic liquid composition in the Fe-FeO system has been estimated under high pressures, on the basis of thermodynamic calculations and high-pressure experiments. However, large inconsistency is found among these previous studies, especially below 100 GPa.

In this study, we have conducted high-temperature and high-pressure experiments up to 214 GPa and 3650 K. Liquidus phase relations were determined from textural and chemical characterizations of recovered samples using FIB/FE-EDS/FE-EPMA. Liquid-liquid immiscibility reported below 21 GPa in previous multi-anvil studies (Tsuno et al., 2007) was not observed above 42 GPa in the present DAC experiments. Our results demonstrate that the eutectic liquid composition in the Fe-FeO binary system changed largely from Fe+1.3wt.%O at 15 GPa (Tsuno et al., 2007) to >8 wt.% O at 42 GPa. It then further increased gradually to ~13 wt.% O with increasing pressure to 214 GPa.

These results are in reasonably good agreement with the previous DAC experiments by Seagle et al. (2008) based on XRD measurements and the earlier thermodynamic model by Komabayashi (2014) that considered non-ideal mixing between liquid Fe and FeO. Our data also showed contamination by variable amounts of carbon in liquid, which may explain the difference from the results by Morard et al. (2017) below 80 GPa. The large change in the liquidus phase relations in the Fe-FeO system observed between 15 and 42 GPa is likely related to the disappearance of liquid-liquid immiscibility.

The outer core may include 5.5 wt.% O if oxygen is a sole light element (Badro et al., 2014). When extrapolating our data to 330 GPa, the eutectic liquid in the Fe-FeO binary system includes about 15 wt.% O, which is much higher than the 5.5 wt.% O and therefore allows the outer core liquid containing oxygen as one of important light elements to crystallize solid Fe at the ICB. These results support the presence of oxygen in the core.

キーワード：外核、軽元素、融解実験、鉄-酸素系
Keywords: outer core, light elements, melting experiment, Fe-FeO System

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

B2 phase in the inner core: constraints from high pressure experiments

*Eiji Ohtani[1], Daijo Ikuta[1], Seiji Kamada[2], Tatsuya Sakamaki[1], Naohisa Hirao[3]

1. Department of Earth and Planetary Materials Science, Graduate School of Science, Tohoku University, 2. Frontier Institute for Interdisciplinary Research, Tohoku University, 3. SRring-8, Japan Synchrotron Research Institute

The Earth inner core is considered to be composed of hcp-iron alloy with small amounts of light elements, and intensive efforts have been made to clarify the physical properties of hcp-iron. On the other hand, there are many seismological observations on existence of heterogeneities, layering, and anisotropy in the inner core, which cannot be accounted for only by hcp-iron.

It has been suggested that B2 or bcc phase can exit in the inner core mainly by theoretical calculations (e.g., Belonoshko et al., 2003). Therefore, it has been a debated matter on the existence of a stable B2 structure of iron alloys in the inner core. There is experimental reports suggesting existence of B2 phase in Fe-Si alloy (Fischer et al., 2013). Coexistence of hcp+B2 is observed by Fishcer et al. (2013) in the Fe-Si system with silicon greater than 6 wt. %.

Nickel is an important metallic component in meteorites, and it can modify the phase relations of iron alloy systems significantly. In order to clarify the stability of B2 phase in the inner core, we studied the phase relations of the Fe-Ni-Si system at high pressure and temperature relevant in the core. The in-situ X-ray observations of the Fe-Ni-Si alloys at high pressure and temperature were conducted at BL10XU of SPring-8 by using the double sided laser heating diamond anvil cell. We observed a wide stability field of coexistence of B2 phase and hcp at high pressure and temperature above 100 GPa and 2500 K in the composition of Fe7wt%Ni5wt%Si alloy.

The nickel and silicon contents in the inner core were estimated to be 0~8 wt% and 3-6 wt% respectively in order to account for the PREM inner core based on the equation of state of hcpFe-Ni-Si alloy (Asanuma et al., 2013) and the sound velocity of hcpFe-Si alloy (Sakairi et al., 2018). Combined with the phase relations together with the sound velocity measurements, we can suggest that the inner core is mainly composed of hcp-iron with a small amount of B2 phase. Coexistence of B2 phase with hcp-Fe alloy in the inner core can explain the heterogeneity and fine structure of the inner core reported in seismology.

Reference: Belonoshki et al. (2003) Nature, 466, 744-747. Fischer et al. (2015) Am Min, 100, 2718-2724. Asanuma et al. (2011) EPSL, 310, 113-118. Sakairi et al. (2018), Am Min., 102, 85-90.

Keywords: inner core, bcc, hcp, Fe-Ni-Si alloy, phase relation, sound velocity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_10

[S-IT25] Planetary cores: Structure, formation, and evolution

コンビーナ:寺崎 英紀(大阪大学大学院理学研究科)、大谷 栄治(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、William F McDonough(University of Maryland College Park)、George Helffrich(Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology)

There are fundamental links between the formation and evolution of planets and their satellites to that of their cores. Defining the physical and chemical properties of the cores of these terrestrial bodies are fundamental for understanding their internal structures and thermal profile. Recent advances in experimental and theoretical studies provide new insights and applications to the Earth's cores and other terrestrial bodies. Near-future exploration missions will obtain data on the internal structure of terrestrial planets (e.g., Mars and Mercury) and planet-satellite systems. We anticipate presentations on recent advances on the physical and chemical properties of cores and discussions regarding the latest views of their formation and evolution. We welcome contributions from mineral/rock physics, geophysics, geochemistry, geodynamics, and planetary science.

[SIT25-P01] Stratification of the Earth’s core by SiO_2 crystallisation

*George Helffrich[1]、Satoshi Kaneshima[2]、Kei Hirose[1,3] (1.Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology、2.Earth and Planetary Sciences, Kyushu University、3.Earth and Planetary Sciences Department, University of Tokyo)

[SIT25-P02] Relation between sound velocity and density for liquid iron alloys under Earth’s core pressures by laser-shock compression

*境家 達弘[1]、近藤 忠[1]、寺崎 英紀[1]、重森 啓介[2]、弘中 陽一郎[2] (1.Graduate School of Science, Osaka University、2.Institute of Laser Engineering, Osaka University)

[SIT25-P03] **Geochemical estimates of Earth's core heat content at the end of accretion**

*Vincent Clesi[1]、Renaud Deguen[1] (1.Laboratoire de Geologie de Lyon - Terre, Planètes, Environnement, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS, ENS-Lyon, 69622 Villeurbanne, France.)

[SIT25-P04] 固体金属の密度に及ぼす温度の影響

*神谷 朝香[1]、寺崎 英紀[1]、近藤 忠[1] (1.大阪大学)

[SIT25-P05] Phase relations in the Fe-Ni-Si system at high pressures and high temperatures

*生田 大穣[1]、大谷 栄治[1]、河口 沙織[2]、平尾 直久[2]、大石 泰生[2] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻、2.(公財)高輝度光科学研究センター 利用研究促進部門)

Stratification of the Earth’s core by SiO_2 crystallisation

*George Helffrich[1], Satoshi Kaneshima[2], Kei Hirose[1,3]

1. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology, 2. Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, 3. Earth and Planetary Sciences Department, University of Tokyo

Based on various studies reporting seismic wavespeed deviations from PREM in the outermost outer core, the core appears to be stratified. Compositional layering, where liquids of different densities overlie one another is one stratification possibility. This mechanism, however, inhibits vertical flows in the liquid near the surface of the core implied by models of secular variation of the Earth’s magnetic field. To avoid this limitation, we propose a mechanism by which the layering arises in an analogous way to atmospheric cloud formation. If liquid metal containing dissolved Si+O reaches a saturation level in the outermost outer core, SiO_2 will crystallize and rise to the core-mantle boundary (CMB), causing density changes in the liquid by release of latent heat and changing composition. We present an physical model for this process and show that it explains the observed outer core wavespeed variations better than previous parameterizations. For a CMB temperature of 3800 K and a core light element content of 5 wt% Si+O, SiO_2 begins crystallizing 260 km below the CMB through an interval about 160 km thick, yet core liquid can flow freely through the crystallization interval, facilitating magnetic field changes on decadal to century time scales.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Relation between sound velocity and density for liquid iron alloys under Earth’s core pressures by laser-shock compression

Relation between sound velocity and density for liquid iron alloys under Earth’s core pressures by laser-shock compression

*境家 達弘[1]、近藤 忠[1]、寺崎 英紀[1]、重森 啓介[2]、弘中 陽一郎[2]
*Tatsuhiro Sakaiya[1], Tadashi Kondo[1], Hidenori Terasaki[1], Keisuke Shigemori[2], Yoichiro Hironaka[2]

1. Graduate School of Science, Osaka University、2. Institute of Laser Engineering, Osaka University
1. Graduate School of Science, Osaka University, 2. Institute of Laser Engineering, Osaka University

Sound velocity at Earth’s core conditions are one of the most important physical properties in Earth science because it can be directly compared with the seismological Earth model (PREM: Preliminary Reference Earth Model) [1]. The composition of solid inner core is estimated from the comparison of the model [1] and the extrapolation of sound velocities as a function of density of iron and iron alloys obtained by the static compression experiment [2, 3]. Birch’s law, a linear sound velocity–density relation [4], is used to extrapolate sound velocities to densities in the core condition. On the other hand, the composition of liquid outer core is estimated from the partitioning and solubility data in the inner core boundary condition for the composition of solid core. There has been some works for the sound velocity of iron and iron alloys on the Earth’s core condition by dynamic techniques using explosive [5], gas gun [5-11], and laser [12-14]. In this study, we measure the sound velocity and density of liquid iron alloys by shock-compression method using high-power laser.

We conducted shock-compression experiments using a High Intensity Plasma Experimental Research (HIPER) system at the GEKKO-XII laser irradiation facility [15] at the Institute of Laser Engineering, Osaka University. The samples were Fe-Ni alloys, pure nickel, Fe-Si alloys, pure silicon, and pyrrhotite. The sound velocities and densities of shock-compressed iron alloys using the high-power laser were measured by x-ray radiography [12-14] at pressures up to 1000 GPa.

Part of this work was performed under the joint research project of the Institute of Laser Engineering, Osaka University and supported by JSPS KAKENHI Grant Number JP16K05541.

References

[1] A. M. Dziewonski and D. L. Anderson, Phys. Earth Planet. Inter. 25, 297-356 (1981).
[2] J. Badro et al., Earth Planet. Sci. Lett. 254, 233-238 (2007).
[3] G. Fiquet et al., Phys. Earth Planet. Inter. 172, 125-129 (2009).
[4] F. Birch, Geophys. J. R. Astron. Soc. 4, 295-311 (1961).
[5] J. M. Brown and R. G. McQueen, J. Geophys. Res. 91, 7485-7494 (1986).
[6] J. H. Nguyen and N. C. Holmes, Nature 427, 339-342 (2004).
[7] J. W. Shaner et al., Shock Waves in Condensed Matter, 135-138 (1988).
[8] H. Huang et al., J. Geophys. Res. 116, B04201 (2010).
[9] H. Huang et al., Nature 479, 513-516 (2011).
[10] Y. Zhang et al., Sci. Rep. 6, 22473 (2016).
[11] H. Huang et al., J. Geophys. Res. 123, 4730 (2018).
[12] K. Shigemori et al., Eur. Phys. J. D 44, 301-305 (2007).
[13] K. Shigemori et al., Rev. Sci. Instrum. 83, 10E529 (2012).
[14] T. Sakaiya et al., Earth Planet. Sci. Lett. 392, 80-85 (2014).
[15] C. Yamanaka et al., Nucl. Fusion 27, 19-30 (1987).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：sound velocity、shock compression、iron alloy、Earth’s core、Birch’s law
Keywords: sound velocity, shock compression, iron alloy, Earth’s core, Birch’s law

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geochemical estimates of Earth's core heat content at the end of accretion

*Vincent Clesi[1], Renaud Deguen[1]

1. Laboratoire de Geologie de Lyon - Terre, Planètes, Environnement, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS, ENS-Lyon, 69622 Villeurbanne, France.

The composition of Earth's mantle, when compared to experimentally determined partitioning coefficients, can be used to constrain the conditions of equilibration - pressure *P*, temperature *T*, and oxygen fugacity fO_2 - of the metal and silicates during core-mantle differentiation.
This places constraints on the thermal state of the planet during its accretion, and it is tempting to try to use these data to estimate the heat content of the core at the end of accretion.
To do so, we develop an analytical model of the thermal evolution of the metal phase during its descent through the solid mantle toward the growing core, taking into account compression heating, viscous dissipation heating, and heat exchange with the surrounding silicates. For each impact, the model takes as initial condition the pressure and temperature at the base of the magma ocean, and gives the temperature of the metal when it reaches the core. The growth of the planet results in additional pressure increase and compression heating of the core.
The thermal model is coupled to a Monte-Carlo inversion of the metal/silicates equilibration conditions (*P*, *T*, fO_2) in the course of accretion from the abundance of Ni, Co, V and Cr in the mantle, and provides an estimate of the core heat content at the end of accretion for each geochemically successful accretion.
The core heat content depends on the mean degree of metal-silicates equilibration, on the mode of metal/silicates separation in the mantle (diapirism, percolation, or dyking), but also very significantly on the shape of the equilibration conditions curve (equilibration *P* and *T* vs. fraction of Earth accreted).
We find that many accretion histories which are successful in reproducing the mantle composition yield a core that is colder than its current state.
Imposing that the temperature of the core at the end of accretion is higher than its current values therefore provides strong constraints on the accretion history.
In particular, we find that the core heat content depends significantly on the last stages of accretion

Keywords: Core formation, Model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

固体金属の密度に及ぼす温度の影響
The effect of temperature on density of solid metals

*神谷 朝香[1]、寺崎 英紀[1]、近藤 忠[1]
*Asaka Kamiya[1], Hidenori Terasaki[1], Tadashi Kondo[1]

1. 大阪大学
1. Osaka University

It is reported that sound velocities of several solid metals show drastic non-linear reduction at near the melting temperature. This is called premelting effect. Nadal and Le Poac (2013) reported that the sound velocity (P-wave and S-wave velocities) of solid tin (Sn) decreased drastically just before melting (T/T_m ~0.99) at ambient pressure. They suggested that this decrease is due to reduction of elastic moduli (bulk and shear moduli). To understand the premelting effect more accurately, density data of tin near the melting temperature is also required in addition to sound velocity data. However, the precise density behavior of tin around the melting temperature is still missing. In this study, we measured the density of solid metals (tin and nickel) at ambient pressure and studied the effect of temperature on the density near melting temperature. The densities of solid metals were measured from optical image of the sample in the high-temperature furnace up to 673 K for Sn and 1873 K for fcc-Ni. The densities in this study were measured with error of 0.07 % for Sn and 0.4 % for Ni. Density of Sn decreases linearly with increasing temperature up to 490 K and reduced drastically above 490 K (at T/T_m~0.97). This drastic decrease in density of Sn is likely to relate to the premelting effect suggested from sound velocity measurement. In contrast, density of Ni decreases almost linearly with increasing temperature up to melting point and no drastic density change was observed in solid state.

キーワード：premelting 効果、スズ、ニッケル、密度、高温、電気炉
Keywords: premelting effect, Tin, Ni, density, high temperature, electric furnace

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Phase relations in the Fe-Ni-Si system at high pressures and high temperatures

*生田 大穣[1]、大谷 栄治[1]、河口 沙織[2]、平尾 直久[2]、大石 泰生[2]
*Daijo Ikuta[1], Eiji Ohtani[1], Saori Kawaguchi[2], Naohisa Hirao[2], Yasuo Ohishi[2]

1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. (公財)高輝度光科学研究センター 利用研究促進部門
1. Department of Earth Science, Tohoku University, 2. JASRI

The Earth's core has supposed to be constituted by iron-nickel alloys with some light elements. Silicon is one of the most convincing candidates among the light elements. Therefore, the study of high pressure and high temperature properties and behaviors for the Fi-Ni-Si system is important in understanding and constraining to the properties of the Earth's core. In this study, high pressure and high temperature properties for three different contents of Fe-Ni-Si alloys were investigated by using laser heated diamond anvil cells and in situ X-ray diffraction with synchrotron radiation. We determined the phase relations of $Fe_{(0.94-x)}Ni_{0.06}Si_x$ (x = 0.10, 0.17, 0.26) up to 166 GPa and 2800 K, respectively. According to previous Fe-Si system studies, $Fe_{0.83}Si_{0.17}$ alloys transform from hcp to hcp+B2 and fcc+hcp+B2 phases with increasing temperature in isobaric conditions. We observed the change in temperature increase and positive slope of these boundaries due to the nickel containing effect and the difference in silicon content. We report the details of phase relations in the Fe-Ni-Si system and discuss with the differences from the Fe-Si system.

キーワード：Fe-Ni-Si系、相関係、高圧
Keywords: Fe-Ni-Si system, phase relation, high pressure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-IT 地球内部科学・地球惑星テクトニクス

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_21

[S-IT25] Planetary cores: Structure, formation, and evolution

コンビーナ:寺崎 英紀(大阪大学大学院理学研究科)、大谷 栄治(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、William F McDonough(University of Maryland College Park)、George Helffrich(Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology)

There are fundamental links between the formation and evolution of planets and their satellites to that of their cores. Defining the physical and chemical properties of the cores of these terrestrial bodies are fundamental for understanding their internal structures and thermal profile. Recent advances in experimental and theoretical studies provide new insights and applications to the Earth's cores and other terrestrial bodies. Near-future exploration missions will obtain data on the internal structure of terrestrial planets (e.g., Mars and Mercury) and planet-satellite systems. We anticipate presentations on recent advances on the physical and chemical properties of cores and discussions regarding the latest views of their formation and evolution. We welcome contributions from mineral/rock physics, geophysics, geochemistry, geodynamics, and planetary science.

[SIT25-P01] Stratification of the Earth's core by SiO_2 crystallisation

*George Helffrich[1]、Satoshi Kaneshima[2]、Kei Hirose[1,3] (1.Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology、2.Earth and Planetary Sciences, Kyushu University、3.Earth and Planetary Sciences Department, University of Tokyo)

[SIT25-P02] Relation between sound velocity and density for liquid iron alloys under Earth's core pressures by laser-shock compression

*境家 達弘[1]、近藤 忠[1]、寺崎 英紀[1]、重森 啓介[2]、弘中 陽一郎[2] (1.Graduate School of Science, Osaka University、2.Institute of Laser Engineering, Osaka University)

[SIT25-P03] **Geochemical estimates of Earth's core heat content at the end of accretion**

*Vincent Clesi[1]、Renaud Deguen[1] (1.Laboratoire de Geologie de Lyon - Terre, Planètes, Environnement, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS, ENS-Lyon, 69622 Villeurbanne, France.)

[SIT25-P04] 固体金属の密度に及ぼす温度の影響

*神谷 朝香[1]、寺崎 英紀[1]、近藤 忠[1] (1.大阪大学)

[SIT25-P05] Phase relations in the Fe-Ni-Si system at high pressures and high temperatures

*生田 大穣[1]、大谷 栄治[1]、河口 沙織[2]、平尾 直久[2]、大石 泰生[2] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻、2.(公財)高輝度光科学研究センター 利用研究促進部門)

Stratification of the Earth’s core by SiO_2 crystallisation

*George Helffrich[1], Satoshi Kaneshima[2], Kei Hirose[1,3]

1. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology, 2. Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, 3. Earth and Planetary Sciences Department, University of Tokyo

Based on various studies reporting seismic wavespeed deviations from PREM in the outermost outer core, the core appears to be stratified. Compositional layering, where liquids of different densities overlie one another is one stratification possibility. This mechanism, however, inhibits vertical flows in the liquid near the surface of the core implied by models of secular variation of the Earth’s magnetic field. To avoid this limitation, we propose a mechanism by which the layering arises in an analogous way to atmospheric cloud formation. If liquid metal containing dissolved Si+O reaches a saturation level in the outermost outer core, SiO_2 will crystallize and rise to the core-mantle boundary (CMB), causing density changes in the liquid by release of latent heat and changing composition. We present an physical model for this process and show that it explains the observed outer core wavespeed variations better than previous parameterizations. For a CMB temperature of 3800 K and a core light element content of 5 wt% Si+O, SiO_2 begins crystallizing 260 km below the CMB through an interval about 160 km thick, yet core liquid can flow freely through the crystallization interval, facilitating magnetic field changes on decadal to century time scales.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Relation between sound velocity and density for liquid iron alloys under Earth’s core pressures by laser-shock compression

Relation between sound velocity and density for liquid iron alloys under Earth’s core pressures by laser-shock compression

*境家 達弘[1]、近藤 忠[1]、寺崎 英紀[1]、重森 啓介[2]、弘中 陽一郎[2]
*Tatsuhiro Sakaiya[1], Tadashi Kondo[1], Hidenori Terasaki[1], Keisuke Shigemori[2], Yoichiro Hironaka[2]

1. Graduate School of Science, Osaka University、2. Institute of Laser Engineering, Osaka University
1. Graduate School of Science, Osaka University, 2. Institute of Laser Engineering, Osaka University

Sound velocity at Earth’s core conditions are one of the most important physical properties in Earth science because it can be directly compared with the seismological Earth model (PREM: Preliminary Reference Earth Model) [1]. The composition of solid inner core is estimated from the comparison of the model [1] and the extrapolation of sound velocities as a function of density of iron and iron alloys obtained by the static compression experiment [2, 3]. Birch’s law, a linear sound velocity–density relation [4], is used to extrapolate sound velocities to densities in the core condition. On the other hand, the composition of liquid outer core is estimated from the partitioning and solubility data in the inner core boundary condition for the composition of solid core. There has been some works for the sound velocity of iron and iron alloys on the Earth’s core condition by dynamic techniques using explosive [5], gas gun [5-11], and laser [12-14]. In this study, we measure the sound velocity and density of liquid iron alloys by shock-compression method using high-power laser.

We conducted shock-compression experiments using a High Intensity Plasma Experimental Research (HIPER) system at the GEKKO-XII laser irradiation facility [15] at the Institute of Laser Engineering, Osaka University. The samples were Fe-Ni alloys, pure nickel, Fe-Si alloys, pure silicon, and pyrrhotite. The sound velocities and densities of shock-compressed iron alloys using the high-power laser were measured by x-ray radiography [12-14] at pressures up to 1000 GPa.

Part of this work was performed under the joint research project of the Institute of Laser Engineering, Osaka University and supported by JSPS KAKENHI Grant Number JP16K05541.

References

[1] A. M. Dziewonski and D. L. Anderson, Phys. Earth Planet. Inter. 25, 297-356 (1981).
[2] J. Badro et al., Earth Planet. Sci. Lett. 254, 233-238 (2007).
[3] G. Fiquet et al., Phys. Earth Planet. Inter. 172, 125-129 (2009).
[4] F. Birch, Geophys. J. R. Astron. Soc. 4, 295-311 (1961).
[5] J. M. Brown and R. G. McQueen, J. Geophys. Res. 91, 7485-7494 (1986).
[6] J. H. Nguyen and N. C. Holmes, Nature 427, 339-342 (2004).
[7] J. W. Shaner et al., Shock Waves in Condensed Matter, 135-138 (1988).
[8] H. Huang et al., J. Geophys. Res. 116, B04201 (2010).
[9] H. Huang et al., Nature 479, 513-516 (2011).
[10] Y. Zhang et al., Sci. Rep. 6, 22473 (2016).
[11] H. Huang et al., J. Geophys. Res. 123, 4730 (2018).
[12] K. Shigemori et al., Eur. Phys. J. D 44, 301-305 (2007).
[13] K. Shigemori et al., Rev. Sci. Instrum. 83, 10E529 (2012).
[14] T. Sakaiya et al., Earth Planet. Sci. Lett. 392, 80-85 (2014).
[15] C. Yamanaka et al., Nucl. Fusion 27, 19-30 (1987).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：sound velocity、shock compression、iron alloy、Earth’s core、Birch’s law
Keywords: sound velocity, shock compression, iron alloy, Earth’s core, Birch’s law

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geochemical estimates of Earth's core heat content at the end of accretion

*Vincent Clesi[1], Renaud Deguen[1]

1. Laboratoire de Geologie de Lyon - Terre, Planètes, Environnement, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS, ENS-Lyon, 69622 Villeurbanne, France.

The composition of Earth's mantle, when compared to experimentally determined partitioning coefficients, can be used to constrain the conditions of equilibration - pressure *P*, temperature *T*, and oxygen fugacity fO_2 - of the metal and silicates during core-mantle differentiation.
This places constraints on the thermal state of the planet during its accretion, and it is tempting to try to use these data to estimate the heat content of the core at the end of accretion.
To do so, we develop an analytical model of the thermal evolution of the metal phase during its descent through the solid mantle toward the growing core, taking into account compression heating, viscous dissipation heating, and heat exchange with the surrounding silicates. For each impact, the model takes as initial condition the pressure and temperature at the base of the magma ocean, and gives the temperature of the metal when it reaches the core. The growth of the planet results in additional pressure increase and compression heating of the core.
The thermal model is coupled to a Monte-Carlo inversion of the metal/silicates equilibration conditions (*P*, *T*, fO_2) in the course of accretion from the abundance of Ni, Co, V and Cr in the mantle, and provides an estimate of the core heat content at the end of accretion for each geochemically successful accretion.
The core heat content depends on the mean degree of metal-silicates equilibration, on the mode of metal/silicates separation in the mantle (diapirism, percolation, or dyking), but also very significantly on the shape of the equilibration conditions curve (equilibration *P* and *T* vs. fraction of Earth accreted).
We find that many accretion histories which are successful in reproducing the mantle composition yield a core that is colder than its current state.
Imposing that the temperature of the core at the end of accretion is higher than its current values therefore provides strong constraints on the accretion history.
In particular, we find that the core heat content depends significantly on the last stages of accretion

Keywords: Core formation, Model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

固体金属の密度に及ぼす温度の影響
The effect of temperature on density of solid metals

*神谷 朝香[1]、寺崎 英紀[1]、近藤 忠[1]
*Asaka Kamiya[1], Hidenori Terasaki[1], Tadashi Kondo[1]

1. 大阪大学
1. Osaka University

It is reported that sound velocities of several solid metals show drastic non-linear reduction at near the melting temperature. This is called premelting effect. Nadal and Le Poac (2013) reported that the sound velocity (P-wave and S-wave velocities) of solid tin (Sn) decreased drastically just before melting (T/T_m ~0.99) at ambient pressure. They suggested that this decrease is due to reduction of elastic moduli (bulk and shear moduli). To understand the premelting effect more accurately, density data of tin near the melting temperature is also required in addition to sound velocity data. However, the precise density behavior of tin around the melting temperature is still missing. In this study, we measured the density of solid metals (tin and nickel) at ambient pressure and studied the effect of temperature on the density near melting temperature. The densities of solid metals were measured from optical image of the sample in the high-temperature furnace up to 673 K for Sn and 1873 K for fcc-Ni. The densities in this study were measured with error of 0.07 % for Sn and 0.4 % for Ni. Density of Sn decreases linearly with increasing temperature up to 490 K and reduced drastically above 490 K (at T/T_m~0.97). This drastic decrease in density of Sn is likely to relate to the premelting effect suggested from sound velocity measurement. In contrast, density of Ni decreases almost linearly with increasing temperature up to melting point and no drastic density change was observed in solid state.

キーワード：premelting 効果、スズ、ニッケル、密度、高温、電気炉
Keywords: premelting effect, Tin, Ni, density, high temperature, electric furnace

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Phase relations in the Fe-Ni-Si system at high pressures and high temperatures

*生田 大穣[1]、大谷 栄治[1]、河口 沙織[2]、平尾 直久[2]、大石 泰生[2]
*Daijo Ikuta[1], Eiji Ohtani[1], Saori Kawaguchi[2], Naohisa Hirao[2], Yasuo Ohishi[2]

1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. (公財)高輝度光科学研究センター 利用研究促進部門
1. Department of Earth Science, Tohoku University, 2. JASRI

The Earth's core has supposed to be constituted by iron-nickel alloys with some light elements. Silicon is one of the most convincing candidates among the light elements. Therefore, the study of high pressure and high temperature properties and behaviors for the Fi-Ni-Si system is important in understanding and constraining to the properties of the Earth's core. In this study, high pressure and high temperature properties for three different contents of Fe-Ni-Si alloys were investigated by using laser heated diamond anvil cells and in situ X-ray diffraction with synchrotron radiation. We determined the phase relations of $Fe_{(0.94-x)}Ni_{0.06}Si_x$ (x = 0.10, 0.17, 0.26) up to 166 GPa and 2800 K, respectively. According to previous Fe-Si system studies, $Fe_{0.83}Si_{0.17}$ alloys transform from hcp to hcp+B2 and fcc+hcp+B2 phases with increasing temperature in isobaric conditions. We observed the change in temperature increase and positive slope of these boundaries due to the nickel containing effect and the difference in silicon content. We report the details of phase relations in the Fe-Ni-Si system and discuss with the differences from the Fe-Si system.

キーワード：Fe-Ni-Si系、相関係、高圧
Keywords: Fe-Ni-Si system, phase relation, high pressure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-GL 地質学

2019年5月30日(木) 9:00 ~ 10:30 | A10 東京ベイ幕張ホール

[S-GL27] 地球年代学・同位体地球科学

コンビーナ:田上 高広(京都大学大学院理学研究科)、佐野 有司(東京大学大気海洋研究所海洋地球システム研究系)、座長:田上 高広、佐野 有司

地球の現在を知り、将来を展望するためには、地球史の精密な復元は欠かすことが出来ない。その中心となる学問分野が、地球年代学・同位体地球科学である。本セッションでは、分析方法の開発・改良や年代値較正などの基礎研究と、地球惑星史への応用研究について発表の場を提供する。具体的には、(1) 地球史の時間軸を与える放射年代・生層序・古地磁気層序・安定同位体比、(2) 地球惑星系の変動解析に用いられる放射性同位体および安定同位体、(3) 年代・同位体データをとりこんだモデリング、などの研究を含む。関連分野との統合的研究も歓迎する。

9:00 ~ 9:30

[SGL27-01] 宇宙線生成核種を用いた地形および地表近傍構成物の年代測定: 適用性と限界

★招待講演

*松四 雄騎[1] (1.京都大学防災研究所 地盤災害研究部門 山地災害環境分野)

9:30 ~ 9:45

[SGL27-02] 宇宙線生成核種法を用いた海成侵食段丘の離水年代の推定：宮崎県日向市の事例（速報）

*末岡 茂[1]、小松 哲也[1]、松四 雄騎[2]、代永 佑輔[1]、佐野 直美[1]、平尾 宣暁[1]、植木 忠正[1]、藤田 奈津子[1]、國分 陽子[1]、丹羽 正和[1] (1.日本原子力研究開発機構、2.京都大学防災研究所)

9:45 ~ 10:00

[SGL27-03] Multi-OSL熱年代法による土岐花崗岩体の10万年スケールの熱履歴推定

*小形 学[1]、King Georgina[2]、Herman Frédéric[2]、末岡 茂[1] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構東濃地科学センター、2.ローザンヌ大学)

10:00 ~ 10:15

[SGL27-04] 地震時に石英ガウジが光刺激ルミネッセンス（OSL）信号を消失する深度条件

*蓑毛 裕希[1]、大橋 聖和[1]、長谷部 徳子[2]、三浦 知督[3] (1.山口大学大学院創成科学研究科、2.金沢大学環日本海域環境研究センター、3.金沢大学)

10:15 ~ 10:30

[SGL27-05] 北陸層群からいくつかの年代測定結果の報告

*長谷部 徳子[1]、上口 椋[2] (1.金沢大学環日本海域環境研究センター、2.金沢大学地球学教室)

宇宙線生成核種を用いた地形および地表近傍構成物の年代測定: 適用性と限界

Terrestrial cosmogenic nuclides as a dating tool of landforms and near-surface materials: applicability and limitations

*松四 雄騎[1]
*Yuki Matsushi[1]

1. 京都大学防災研究所 地盤災害研究部門 山地災害環境分野
1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

造岩鉱物中の宇宙線生成核種を用いた年代測定について，その原理および種々の適用法と限界について述べる．まず，この手法により，地形を構成する岩盤や堆積物に対して露出年代測定を行うことができる．この適用法では例えば，気候変動に伴う山岳域の環境変遷の復元，大規模崩壊の発生年代の決定や，海成あるいは河成段丘の形成年代推定などを行うことができる．ただし，地形形成以降の表面の侵食や埋没，あるいは対象の宇宙線への曝露履歴が年代値の確度に影響を及ぼす．次に，この手法を，分析対象鉱物の地表近傍での存在時間推定のツールとして用いると，地表面の削剥速度を決定できる．この援用法は，炭酸塩岩からなる岩盤の削剥やケイ酸塩岩からなる流域の侵食速度の決定に利用されている．得られる値を，その場の気候環境や給源の地形量と対照することで，地形の発達過程における法則追求型の研究を行うことができる．地下深く埋没した砂礫堆積物を対象に，同一鉱物粒子に含まれる複数の核種を測定することで，砂礫の埋没年代の推定を行うことができる．石英中の^{10}Beと^{26}Alを分析する場合，数百万年程度の年代測定が可能である．この方法は，洞窟堆積物のほか，低地を埋積する土砂や更新世の地層に対して使用でき，堆積物が埋没した時代を決定すると同時に，給源山地の削剥速度の復元も可能であると考えられる．本講演では，適用の実例やモデル計算の結果を示し，手法の応用可能性と精度・確度を制約する要因について解説する．

キーワード：宇宙線生成核種、露出年代、削剥速度、埋没年代、地形発達
Keywords: Terrestrial cosmogenic nuclides, Exposure age, Denudation rate, Burial age, Landscape evolution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

宇宙線生成核種法を用いた海成侵食段丘の離水年代の推定：宮崎県日向市の事例（速報）

Dating of marine erosional terraces using cosmogenic nuclides: A case study of the Hyuga City, Miyazaki Prefecture, southwest Japan (preliminary results)

*末岡 茂[1]、小松 哲也[1]、松四 雄騎[2]、代永 佑輔[1]、佐野 直美[1]、平尾 宣暁[1]、植木 忠正[1]、藤田 奈津子[1]、國分 陽子[1]、丹羽 正和[1]
*Shigeru Sueoka[1], Tetsuya Komatsu[1], Yuki Matsushi[2], Yusuke Yonaga[1], Naomi Sano[1], Noriaki Hirao[1], Tadamasa Ueki[1], Natsuko Fujita[1], Yoko Kokubu[1], Masakazu Niwa[1]

1. 日本原子力研究開発機構、2. 京都大学防災研究所
1. Japan Atomic Energy Agency, 2. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

沿岸部における過去数万～数十万年の隆起速度の推定には，海成段丘の分布高度と離水年代を用いた手法が有効である（例えば，Ota and Omura, 1991, Quat. Res.）。日本列島における海成段丘の離水年代の制約は、主に段丘堆積物と被覆層を対象とした火山灰編年法や光ルミネッセンス法（特に長石のpIRIR法；例えば，Ito et al., 2015, Geochronometria）によって行われてきた。しかし、段丘堆積物を欠き、被覆層の発達も悪い海成侵食段丘については、これらの手法は適用できないため、離水年代の制約手法の確立が課題である。

本研究では，宇宙線生成核種（TCN）を用いた年代測定法のうち，^{10}Be法と^{26}Al法を用いて，岩盤の露出年代を求めることにより，海成侵食段丘の離水年代の制約を試みた。^{10}Be法と^{26}Al法は，岩石中に含まれる酸素やケイ素に宇宙線が照射されることで生成される^{10}Beと^{26}Alの蓄積量を基に，岩石の露出年代や侵食速度を推定する手法である（若狭ほか，2004，地形；松四ほか，2007，地形）。地表あるいは任意深度における^{10}Beと^{26}Alの生成速度は，宇宙線強度（緯度や高度等に依存），地下物質の密度，岩石の深度によって決まる。このうち，宇宙線強度は理論式による計算，地下物質の密度は測定ないし適当な値を仮定することにより求められる。したがって，岩石中の^{10}Beと^{26}Alの蓄積量を測定することにより，岩石の深度の時間変化，すなわち侵食・堆積シナリオの検討が可能となる。

本研究は、宮崎県日向市に分布する海成侵食段丘を対象に行った。本地域には3段の海成段丘が発達し、これらを上位から順にM1面，M2面，L面と呼称する。分布高度はそれぞれ，M1面が30～50m，M2面が19～30m，L面が海面付近から8m付近までである。分布高度に基づくと，M1面とM2面は三財原面と新田原面（長岡ほか，2010，地学雑），L面は完新世の地形面に対比されると考えられる。本研究では，M2面の平坦面上で3か所のピットを掘削し，TCN分析用の試料を採取した。ピット断面は，下位から順に，基盤岩，原位置風化層と解釈される大礫サイズの角～亜角礫層，土壌層からなる。岩石試料は、離水前の波食棚表面とみなせる基盤岩上の角～亜角礫層の最上部（深度は約50cm～1m）から採取した。岩種は，中新世の火成岩類である尾鈴山酸性岩類（中田，1978，地質雑）の花崗斑岩である。採取試料は，Kohl and Nishizumi (1992, GCA)の手順に従って前処理し，東濃地科学センターの加速器質量分析装置（JAEA-AMS-TONO; Saito-Kokubu et al., 2013, Nucl. Inst. Met. Phys. Res. Sect. B）で^{10}Beと^{26}Alの定量を行った。

分析の結果，^{26}Alと^{10}Beの濃度比は，理論的な想定値より有意に低い値となった。石英の純化の際に微量の不純物の残存が確認されているため，不純物の影響を受けやすい^{26}Alの測定結果に問題があると判断し，以下の議論には用いない事とした。^{10}Beは，単純な侵食・堆積シナリオを仮定した露出年代（minimum exposure age）を計算すると，約100～70kaの値が得られた。より詳細な検討として，段丘面が形成・離水後，一定速

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

度で現在の層厚まで被覆層が堆積したと仮定して^{10}Beの蓄積量を計算したところ，MIS5aに離水したシナリオが最も測定値と一致した。新田原面はMIS5cに対比されているため，本研究の結果に従えば，M2面の離水時期は従来の推定よりやや新しくなる。今後は，地下物質の密度のより正確な推定や，深度の異なる試料での^{10}Be測定によって，離水年代の確度を高めていく予定である。

謝辞：本報告は経済産業省資源エネルギー庁委託事業「平成30年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（沿岸部処分システム高度化開発）」の成果の一部である。

キーワード：宇宙線生成核種法、海成侵食段丘
Keywords: cosmogenic nuclide dating, marine erosional terrace

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Multi-OSL熱年代法による土岐花崗岩体の10万年スケールの熱履歴推定
Estimation of thermal history of Toki granite over 0.1Myr timescale by Multi-OSL-thermochronometry

*小形 学[1]、King Georgina[2]、Herman Frédéric[2]、末岡 茂[1]
*Manabu Ogata[1], Georgina E King[2], Frédéric Herman[2], Shigeru Sueoka[1]

1. 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構東濃地科学センター、2. ローザンヌ大学
1. Tono Geoscience Center, Japan Atomic Energy Agency, 2. University of Lausanne

高レベル放射性廃棄物の地層処分においては、隆起・侵食による地下施設と地表との離間距離の変化や地下水流動の変化について評価することが求められる。そのため、様々な地質環境や時間スケールにおいて、隆起・侵食の速度を定量的に求める手法の開発・整備が必要である。侵食速度を定量的に求める手法としては、数メートルの侵食量を対象にする宇宙線生成核種(^{10}Be、^{26}Al)を利用する方法や、数百万年以上の長期における数十から数百度の温度領域(侵食量換算でkmオーダー)を対象とするフィッション・トラック法・(U-Th)/He法といった熱年代法が挙げられる。一方、地層処分においては、侵食量数百メートル(温度換算で数十度以下)かつ、放射性廃棄物が天然ウラン鉱石の放射能レベルまで減衰する数十万年以内における侵食史の評価が特に重要となる。

Multi-OSL (optically stimulated luminescence)熱年代法は、過去10-20万年の低温領域(<75℃)の熱履歴を推定できる方法として近年提唱されている。この手法は、鉱物中の電子のトラップ・熱的脱トラップの比率が周囲の温度に影響することを利用し、熱履歴を推定する方法である。対象鉱物となる長石は地殻浅部の多くの岩石に普遍的に含まれるため、岩種による制約も少なく、10万年スケールの侵食史の復元に有効だと期待できる。OSL熱年代法の適用は、ルミネッセンス信号が数十万年で飽和するため、露頭試料においては侵食速度の速い地域に制限される。そのため、先行研究のほとんどは、東ヒマラヤや南アルプス(ニュージーランド)、飛騨山脈といった侵食速度が数mm/yearを超える地域で行われている。しかし、大深度ボーリングコアを用い、ルミネッセンス信号が飽和していない地下深部の試料を利用することで、侵食速度の遅い地域にも適用できる可能性がある。

本研究では、ボーリングコアを用い、比較的侵食速度が遅い地域に対してMulti-OSL熱年代法を適用し、利用可能性を評価した。試料には、美濃高原(岐阜県瑞浪市)で掘削されたボーリングコアを用いた。アパタイトフィッション・トラック法で推定された約40 Ma以降の侵食速度（<0.16 mm/year）や、河成段丘から求められたMIS6からMIS2の隆起速度（0.11~0.16 mm/year）から、この地域の侵食速度は0.1 mm/year程度またはそれ以下と予想される。コアは主に山陽帯東部の土岐花崗岩帯で構成される。総掘削長が1,300 mabh (meter along borehole)で、159、449、751 mabh地点のコアを測定した。

全ての試料で、約10万年前から現在までほぼ温度が変化しないという結果が得られた。この結果は、この地域の侵食速度が遅いという予想と一致する。本研究により、大深度ボーリングコアを用いることで、侵食速度が遅い地域にもOSL熱年代が適用できる可能性が示された。Multi-OSL熱年代法は、既存の手法では推定が困難な数十万年までの低温領域の熱履歴を推定できる方法として利用できると考えられる。

本報告は経済産業省資源エネルギー庁委託事業「平成30年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業 (地質環境長期安定性評価技術高度化開発)」の成果の一部である。

キーワード：ルミネッセンス、熱年代、長石
Keywords: luminescence, thermochronometry, feldspar

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地震時に石英ガウジが光刺激ルミネッセンス（OSL）信号を消失する深度条件

Depth condition under which OSL signal of quartz gouge experiences coseismic zeroing

*蓑毛 裕希[1]、大橋 聖和[1]、長谷部 徳子[2]、三浦 知督[3]
*Yuki Minomo[1], Kiyokazu Oohashi[1], Noriko Hasebe[2], Kazumasa Miura[3]

1. 山口大学大学院創成科学研究科、2. 金沢大学環日本海域環境研究センター、3. 金沢大学
1. Graduate School of science and Technology for Innovation, Yamaguchi University , 2. Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, 3. Kanazawa University

K-Ar法，FT法，ESR法などの年代測定法を用いて，断層岩に記録された活動イベントの年代を特定しようとする試みがなされている（例えばMurakami & Tagami, 2004）．提案されている手法の中でも，ルミネッセンス年代測定法は数十年～数十万年前までの適用年代範囲を持ち，活断層の年代測定に適していることから，歴史地震を引き起こした断層での解析が行なわれている（雁澤ほか, 2013）．また，石英ガウジの光刺激ルミネッセンス（OSL）信号がリセットする条件の速度依存性が実験的に検証され，すべり速度0.25 m/sから信号の減少，0.65 m/s以上では完全消失が確認された（蓑毛ほか, 2018, JPGU）．本研究では，石英ガウジに対して様々な垂直応力条件下で剪断を加え，高速摩擦に伴ってOSL信号が低下～消失することを確認した．そこから推定される，地震に伴うOSL信号の消失深度条件を発表する．出発物質は，兵庫県淡路島に分布する都志川花崗岩より抽出した粒径150 μm以下の石英粒子に，400 Gyのガンマ線を照射したものである．実験は回転剪断式高速摩擦試験機を用いて，垂直応力0.5–5.0 MPa，すべり速度0.65 m/s（一定）の条件で行なった．また，マグニチュード７前半の地震を想定し，すべり距離を2.1 mとした．OSL信号に対する破砕の影響を除くため，回収試料のうち75–150 μmの粗粒子のみを抽出し，信号測定を行なった．測定の結果，垂直応力0.5 MPaからOSL信号強度が消失し始めることが判った．0.5 MPaおよび1 MPa信号が完全に消失した粒子と依然信号を維持する粒子があり，アリコット（測定皿）ごとの信号強度の頻度はバイモーダルな分布をなす．一方，2.0 MPa以上ではすべての粒子が完全消失を示した．測定結果から，マグニチュード7前半の地震に伴う石英ガウジのOSL信号は，地下18～36 mおよび地下72 m以上に相当する静岩圧下で年代値のリセットと完全リセットがそれぞれ起こることになる．

[引用文献]
Bateman, M.D., Swift, D.A., Piotrowski, J.A., Rhodes, E.J., Damsgaard, A (2018), Can glacial shearing of sediment reset the signal used for luminescence dating?. Geomorphology. 306, 90–101.
鴈澤好博・高橋智佳史・三浦知督・清水聡(2013), 光ルミネッセンスと熱ルミネッセンスを利用した活断層破砕帯の年代測定法. 地質雑, 119, 11, 714-726.
蓑毛裕希・赤瀬川幸治・大橋聖和・長谷部徳子・三浦知督（2018），石英ガウジが光刺激ルミネッセンス（OSL）を消失する地震・地質学的条件．JPGU, 2018.
Murakami, M., and T. Tagami (2004), Dating pseudotachylyte of the Nojima fault using the zircon fission-track method. Geophys. Res. Lett., 31, L12604, doi:10.1029/2004GL020211.

[謝辞]
本研究は，平成27～30年度原子力施設等防災対策等委託費（野島断層における深部ボーリング調査）事業の支援を受けています．

キーワード：光刺激ルミネッセンス、活断層

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: optically-stimulated luminescence, active fault

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北陸層群からいくつかの年代測定結果の報告
Result of age determination of samples from Hokuriku Group

*長谷部 徳子[1]、上口 椋[2]
*Noriko Hasebe[1], Ryo Kamiguchi[2]

1. 金沢大学環日本海域環境研究センター、2. 金沢大学地球学教室
1. Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, 2. Department of Earth Sciences, Kanazawa University

本研究では，石川県南部の鶴来地区などに分布する医王山累層とされる層や，金沢大学周辺や魚津地区で広域テフラ層との対比からのみ年代が推定されているものに対してジルコンフィッショントラック（ZFT）年代測定法およびU-Pb年代測定法を用いて年代測定を行った。その結果，鶴来地区の医王山累層はZFT年代(pooled age)が12.2±1.9~ 15.7±2.8Ma(誤差は２σ)，U-Pb年代が17.2±0.5~21.0±0.9Maとなり，日本海拡大イベント期に形成されたマグマだまりから時間をおいて（もしくは再溶融により）噴火が起こったことが示唆された。また医王山累層上層の音川累層から採取した試料も医王山累層の試料と誤差の範囲で一致する値となり，この地域の医王山累層と音川累層は短期間で形成されたと考えられる。これは八尾での早川（1983）の知見と矛盾しない。一方，採石場から採取した試料カガライトは，広域テフラとの対比（田村・山崎，2004）より約4.4 Ma と見積もられているTR１（大久保，1999)に相当すると考えたが，ZFT年代は33.2±4.6Ma，U-Pb年代は65.3±2.0Ma となり，大きく予想から外れていた。魚津地域から採取した試料はZFT年代3.4±0.7~9.7±1.4Ma、U-Pb年代:2.9±0.8~71.7±2.8Maとなり，噴出年代は概ね八尾地域に分布しているテフラ（OT2, OT3, 角井，1986）に対比される値となったが，FT年代に比して非常に古いU-Pb年代を示すものがあり，さらに対比を確認する必要がある。

キーワード：北陸層群、テフラTR1、テフラ Tng
Keywords: Hokuriku Group, TR1 tephra, Tng tephra

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-GL 地質学

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | A10 東京ベイ幕張ホール

[S-GL27] 地球年代学・同位体地球科学

コンビーナ:田上 高広(京都大学大学院理学研究科)、佐野 有司(東京大学大気海洋研究所海洋地球システム研究系)、座長:佐野 有司、田上 高広

地球の現在を知り、将来を展望するためには、地球史の精密な復元は欠かすことが出来ない。その中心となる学問分野が、地球年代学・同位体地球科学である。本セッションでは、分析方法の開発・改良や年代値較正などの基礎研究と、地球惑星史への応用研究について発表の場を提供する。具体的には、(1) 地球史の時間軸を与える放射年代・生層序・古地磁気層序・安定同位体比、(2) 地球惑星系の変動解析に用いられる放射性同位体および安定同位体、(3) 年代・同位体データをとりこんだモデリング、などの研究を含む。関連分野との統合的研究も歓迎する。

10:45 ~ 11:15

[SGL27-06] **Geochemical origin/cycle analysis with isotopologues and isotopomers**

★Invited Papers

*吉田 尚弘[1] (1.東京工業大学物質理工学院, 地球生命研究所)

11:15 ~ 11:30

[SGL27-07] カナダ・ラブラドールの堆積岩を用いた古環境の推定

*須藤 克誉[1]、佐野 有司[1]、小宮 剛[1]、Bakert David[2]、Michael Broadley[2]、Bernard Marty[2] (1.東京大学、2.CRPG-CNRS, Université de Lorraine)

11:30 ~ 11:45

[SGL27-08] 高圧合成試料に基づくメソシデライト・ジルコンのHf-W年代測定

*小山 雄大[1]、高畑 直人[1]、佐野 有司[1]、杉浦 直治[1]、小池 みずほ[2]、羽場 麻希子[3]、坂田 周平[4]、桑原 秀治[5]、入舩 徹男[5] (1.東京大学、2.宇宙航空研究開発機構、3.東京工業大学、4.学習院大学、5.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)

11:45 ~ 12:15

[SGL27-09] 放射年代と天文年代ー国際年代層序表における年代数値に関連して

★招待講演

*兼岡 一郎[1] (1.東京大学地震研究所)

Geochemical origin/cycle analysis with isotopologues and isotopomers

*吉田 尚弘[1]
*Naohiro Yoshida[1]

1. 東京工業大学物質理工学院, 地球生命研究所
1. Department of Chemical Science and Engineering, Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology

Since the 1950’s, the stable isotope composition of natural samples has proved to be a unique tool for the study of geological and biological processes, their evolution and effect on Earth’s surface environment. However, due to technical and conceptual limitations, the complete set of information potentially contained in the different modes of isotopic substitution remains largely unexplored. In this study, using new methodological developments that allow analysis of more isotopically substituted molecules, we are developing new tracers in 3 modes of isotopic substitution, fully integrated in the study of geological, biological and anthropogenic processes which affect the origin and evolution of the Earth’s surface environment.

3 modes of substitution of stable isotopes in a single molecular species are;

1) Position specific isotope abundance (PSIA): Our group has pioneered PSIA of N_2O[1,2] and organic molecules using classic isotope mass spectrometry[3] and nuclear magnetic resonance[4,5]. We have shown that PSIA of hydrocarbons and organic acids allows to distinguish between biological and non-biological processes[4,6].

2) Mass-independent fractionation (MIF): The discovery of MIF of sulfur and oxygen in terrestrial samples has revolutionized environmental geochemistry and our understanding of the evolutionary history of the Earth's environment and life[7-9].

3) Clumped isotopes (i.e. isotopologues and isotopomers with 2 minor isotopes) provide unique information about the temperature history of molecules such as carbonates[10] or organic compounds[11-13].

We are currently developing new and improved tracers of environmental and biogeochemical processes and applying them to the environmental diagnosis. We are establishing and standardizing new methods for the analyses of every 3 complex modes of isotopic substitution, and unifying them to develop ultimate environmental diagnosis.

The development and application of these new isotopic tools to the environment evolution, in modern and more ancient eras, represents an important conceptual advance in Earth and life sciences. This will open new areas of research about, for example, the geological production of some atmospheric gases, metabolic processes and the biological fixation of atmospheric CO_2, the production and cycling of pollutant gas by industrial processes. As a whole, these new tracers will be integrated together for diagnosis of the Earth’s environment.

References:

1)Yoshida & Toyoda, 2000 *Nature*; 2)Yamazaki, Toyoda, Yoshida, et al., 2014 *Biogeosciences*; 3)Yamada,

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Yoshida, et al., 2002 *RCM*; 4)Gilbert, Yamada, Yoshida, 2013 *Anal. Chem.*, and 5) 2014 *Anal. Chim. Acta*; 6)Gilbert, Yamada, Ueno, Yoshida 2016 *Geochim. Cosmochim. Acta*; 7)Danielache, Ueno, Yoshida et al., 2008 *J. Geophys. Res.*; 8)Hattori, Danielache, Ueno, Yoshida et al., 2013 *PNAS*, 9)Ueno, 2015 *Science*; 10) Yoshida, Abe, Yamada et al., RCM, 2013; 11)Tsuji, Yamada, Yoshida et al., 2012 *Sensor,*: 12)Ono et al., 2014 *Anal. Chem.*; 13)Stolper et al., 2014 *Science*.

キーワード：アイソトポマー、アイソトポログ、地球化学的循環、軽元素安定同位体
Keywords: isotopomer, isotopologue, geochemical cycle, light element stable isotopes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

カナダ・ラブラドールの堆積岩を用いた古環境の推定
Estimation of Paleoenvironment by sedimentary rocks in Labrador, Cacada

*須藤 克誉[1]、佐野 有司[1]、小宮 剛[1]、Bakert David[2]、Michael Broadley[2]、Bernard Marty[2]
*katsutaka sudo[1], Yuji Sano[1], Tsuyoshi Komiya[1], Bakert David[2], Michael Broadley[2], Bernard Marty[2]

1. 東京大学、2. CRPG-CNRS, Université de Lorraine
1. University of Tokyo, 2. CRPG-CNRS, Université de Lorraine

カナダのラブラドール地方の39.5億年以上前の年代を持つと考えられる堆積岩において、田代ら(2017)の研究では炭酸同化起源とみられる、炭酸塩とグラファイト間における炭素同位体比(δ13C)のシフトが見られた。この結果から地球最古の生命の可能性が議論されたが、この堆積岩の形成年代は同じ地層とみられる5km離れた露頭で貫入している火成岩のジルコン年代に基づいていることから、正しい年代かどうかの議論となっている。

本研究では、この堆積岩の窒素同位体分析により、当時の大気組成及び生物作用と考えられる同位体シフトがメタン菌とシアノバクテリアどちらの作用と関わっているものかを炭素同位体比と併せて推定する。また、地球大気のキセノン同位体進化に基づく年代推定法を用いてラブラドール岩試料の年代を化学的に直接決定出来るかを試みた。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

高圧合成試料に基づくメソシデライト・ジルコンのHf-W年代測定
Hf-W dating of zircons from mesosiderites with high-pressure sintered sample

*小山 雄大[1]、高畑 直人[1]、佐野 有司[1]、杉浦 直治[1]、小池 みずほ[2]、羽場 麻希子[3]、坂田 周平[4]、桑原 秀治[5]、入舩 徹男[5]
*Yuta Koyama[1], Naoto Takahata[1], Yuji Sano[1], Naoji Sugiura[1], Mizuho Koike[2], Makiko K. Haba[3], Sakata Shuhei[4], Hideharu Kuwahara[5], Tetsuo Irifune[5]

1. 東京大学、2. 宇宙航空研究開発機構、3. 東京工業大学、4. 学習院大学、5. 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター
1. the University of Tokyo, 2. Japan Aerospace Exploration Agency, 3. Tokyo Institute of Technology, 4. Gakushuin University, 5. Geodynamics Research Center, Ehime University

Hf-W年代測定は、^{182}Hfが半減期8.9 Myr(Vockenhuber et al., 2004)で安定同位体^{182}Wへ壊変することを利用した手法である。Hfは親石性元素であるのに対し、Wは親鉄性元素であるため、原始惑星及び隕石の母天体におけるマントルとコア分離の年代を議論する上でHf-W年代測定は重要である。しかしながら、U-Pb年代測定に適し、熱変性に強い性質を持ち、初期太陽系の環境を知る上で重要な鉱物であるジルコン($ZrSiO_4$)に対して、In-situ (その場)でHf/W比を測定する際には困難が伴う。In-situ分析においては一般に、主成分のマトリックス効果による微量元素の感度の変化を避けるために、マトリックスが同じで測定元素の濃度が既知のスタンダードを準備する必要がある。ところが、ジルコンの結晶中にはWがほとんど取り込まれないため、測定に十分かつ均質なW濃度を持ち、スタンダードとして用いることができるジルコンは存在しない。したがって、これまでに行われてきたジルコンのHf-W年代測定においては、Hf/WのRSF(相対感度係数)を決定するためにW濃度既知のスタンダードジルコンを用いず、間接的な方法を用いて未知試料ジルコン中のHf/W比が求められてきた(e.g., Ireland & Bukovanská, 2003; Koike et al., 2017)。本研究では、In-situ分析においてジルコンのHf/Wに対する感度をより直接的な方法で決定できる方法を確立するために、十分な量のタングステンを含む標準ジルコンを作成した。はじめに、高純度のジルコン粉末に酸化ハフニウムと酸化タングステンを混合した。次に、混合物を高エネルギーボールミルで微粉末に破砕したのちに、愛媛大学のマルチアンビル装置を用いた高圧焼結により標準ジルコンを作成した。その際、約1700 ℃以上の高温にすると、ジルコンが熱分解し(Kanno & Suzuki, 1987)、Wが偏析する恐れがあるので、合成セルは1000 ℃、6 GPaの条件で3時間保持した。作成したジルコンのHf/W比は学習院大学のLA-ICPMS装置で確認した。更に、その合成スタンダードジルコンを基準として、東京大学大気海洋研究所のNanoSIMSを用いた30 μmスケールの空間分解能による Hf-W年代測定をメソシデライト中のジルコンに応用した。その結果、ジルコンのHf-W年代が報告されているメソシデライト(Asuka 882023)に対して、先行研究(Koike et al., 2017)と調和的なHf-W年代が得られた。

キーワード：ハフニウム-タングステン年代測定、ジルコン、メソシデライト、高圧合成、ナノシムス、相対感度係数
Keywords: Hf-W dating, zircon, mesosiderite, sintering, NanoSIMS, RSF

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

放射年代と天文年代ー国際年代層序表における年代数値に関連して
Radiometric ages *vs.* astrophysical ages -with regard to the numerical age in the International Stratigraphic Chart

*兼岡 一郎[1]
*Ichiro Kaneoka[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

2018年7月、国際地質科学連合（ＩＵＧＳ）の国際層序委員会（ＩＣＳ）によって、国際年代層序表（ＩＳＣ）の最新版(v.2018/07)が公表された。国際年代層序表において各層序境界に付加されている年代数値の取扱いについて注意すべきことを、筆者は2009年度版の国際年代層序表に基づいて以前の地球惑星科学連合大会で指摘した(兼岡,2016）。2018年度版も本質的な点については変わっていないが、その数値の表記法などについては2009年度版とはいくつかの異同があり、全体としての表記法の統一基準が以前より曖昧になっている点がある。ここではいくつかを指摘するとともに、年代数値を付加する際に採用されている天文年代と放射年代を比較・検討する。

2018年度版の国際年代層序表では、年代数値として天文年代が用いられているのが2009年度版ではCenozoicのうちQuaternary, Neogeneだけであったのが、Paleogeneまで拡張されてCenozoic全体に及んでいる。しかし有効数値としては、Pliocene内のPiacenzianの下限値3.600MaからOligocene内のChattianの下限値27.82Maまでは4桁で表示されているが、それら以外の範囲では3桁の有効数値でしか表示されていない。Quaternaryの年代下限値は2009年度版では2.588Maとされていたが、2018年度版では2.58Maと表示されている。これらの有効数値の桁数の表示の基準が不明確である。

MesozoicおよびPaleozoicの各境界の年代数値については、放射年代による数値が与えられていて、内挿値によるものを除けば、いずれも測定誤差がつけられている。有効数値としては4桁のものが多いが、実際には3桁から6桁までに及んでいて一般性に欠ける。また2018年度版の国際年代層序表では、2009年度版に比べていくつかの境界の年代数値が変更されているが、その表示の仕方についても統一性がない。

Cenozoicにおける各境界の年代数値として採用されている天文年代は、海水の酸素同位体比の変動に反映されている長期的な気候変動の主要な原因が、太陽を周回する地球の軌道の長期的な変化（ミランコビッチ周期）で説明できるとして、それに基づいて計算された年代と長期的な酸素同位体比の変動を対比させて求められる。計算された年代数値はいくらでも桁数を取ることが可能なので、放射年代では測定誤差の増大で困難な若い年代範囲に対しても、細かい年代数値を与えられるという利点がある。しかし軌道変化に基づいて計算された年代値の誤差はないと仮定しても、酸素同位体比の変動を計算値から得られる温度の変動と対比する際にはある程度の誤差を伴うはずだが、天文年代にはそれが反映されていない。また海水の酸素同位体比変動がミランコビッチ周期のみで完全に支配されている保証はなく、年代層序における各境界自体も、地球史を通じて酸素同位体比に反映されている保証もない。天文年代を用いて与えられた年代数値は、ミランコビッチ周期を前提とした“モデル年代”である。

一方、放射年代によって層序境界に与えられる年代数値を求めるためには、それぞれの年代境界に対して用いる放射年代の測定法、試料の種類、試料の採取箇所、測定法に対する年代適用限界などさまざまな要素を、慎重に評価する必要がある。この方法では分析精度に限界があるので、必然的に測定誤差を伴う。また放射壊変を利用するので、その壊変定数の不確定性も年代値の確度を左右するが、天文年代による”モデル年代”とは本質的に異なる。

国際年代層序表の各境界の年代数値に対しては、利用者における混乱を避けるためにも合理的な桁数の有効数値が与えられることが望ましい。しかし2018年度版の国際年代層序表ではそれが実現されていない。そのため、国際年代層序表に与えられている年代数値はCenozoicとそれ以外では異なった前提に基づいて得られた年代数値で表示されており、測定誤差も考慮して、年代値の有効数値としては3桁程度を目安として使用する

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

のが妥当であろう。

キーワード：国際年代層序表、年代数値、有効数値、天文年代、放射年代
Keywords: International Stratigraphic Chart, numerical age value, effective numerical value, astrophysical age, radiometric age

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-GL 地質学

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_11

[S-GL27] 地球年代学・同位体地球科学

コンビーナ:田上 高広(京都大学大学院理学研究科)、佐野 有司(東京大学大気海洋研究所海洋地球システム研究系)

地球の現在を知り、将来を展望するためには、地球史の精密な復元は欠かすことが出来ない。その中心となる学問分野が、地球年代学・同位体地球科学である。本セッションでは、分析方法の開発・改良や年代値較正などの基礎研究と、地球惑星史への応用研究について発表の場を提供する。具体的には、(1) 地球史の時間軸を与える放射年代・生層序・古地磁気層序・安定同位体比、(2) 地球惑星系の変動解析に用いられる放射性同位体および安定同位体、(3) 年代・同位体データをとりこんだモデリング、などの研究を含む。関連分野との統合的研究も歓迎する。

[SGL27-P01] 地質環境長期安定性に関する研究とLA-ICP質量分析法による年代測定
★招待講演

*横山 立憲[1]、三ツ口 丈裕[1]、末岡 茂[1] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構)

[SGL27-P02] **U-Pb detrital zircon age dating from the Aileu Formation of Timor-Leste; Estimate depositional age and provenance of the sediment**

*Jovita Elisa Fatima da Costa[1]、Shoichi Kiyokawa[1]、Yukiyasu Tsutsumi[2] (1.Kyushu University、2.National Museum of Nature and Science)

[SGL27-P03] Petrological, geochemical, and geochronological characteristics of the Oritate travertine from Unazuki area, Toyama, Japan: possibility of U-Pb geochronology of carbonates with high common Pb.

*福山 繭子[1]、小笠原 正継[2] (1.秋田大学大学院理工学研究科、2.産業技術総合研究所地質情報研究部門)

[SGL27-P04] 白神岳複合岩体のジルコンのU-Pb年代とテクトニクス

*佐藤 大紀[1]、梅田 浩司[1] (1.弘前大学)

[SGL27-P05] 八溝地域に分布する深成岩類のジルコンU-Pb年代

*江島 輝美[1,2]、昆 慶明[2]、荒岡 大輔[2]、河野 重範[3]、高橋 浩[2] (1.信州大学、2.産業技術総合研究所、3.栃木県立博物館)

[SGL27-P06] Denudation history of the Higher Himalayan Crystallines in West-Central Nepal: insights from zircon fission-track dating and thermokinematic modeling

*中嶋 徹[1]、酒井 治孝[1]、岩野 英樹[2]、檀原 徹[2]、平田 岳史[3] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻、2.(株)京都フィッション・トラック、3.東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設)

[SGL27-P07] 東北日本弧前弧域における熱年代学的研究

*梶田 侑弥[1]、末岡 茂[2]、福田 将眞[1]、長谷部 徳子[3]、田村 明弘[4]、森下 知晃[4]、Kohn Barry[5]、横山 立憲[2]、田上 高広[1] (1.京都大学大学院理学研究科、2.日本原子力研究開発機構、3.金沢大学環日本海域環境研究センター、4.金沢大学理工学域自然システム学類、5.メルボルン大学地球科学科)

[SGL27-P08] Argon diffusion in rocks - classical approach in view of heating and relaxation

Zwingmann Horst[1]、*兵藤 博信[2] (1.京都大学理学研究科地球惑星科学、2.岡山理科大学自然科学研究所)

[SGL27-P09] ^{4}He/U-Th dating of pore waters from Quaternary sediments in Switzerland: potential and challenges

*Yama Tomonaga[1]、Edith Horstmann[1]、Gaudenz Deplazes[2]、Rolf Kipfer[1] (1.Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag)、2.National Cooperative for the Disposal of Radioactive Waste (Nagra))

[SGL27-P10] Compound-specific radiocarbon analysis of lipid biomarkers in surface sediment from Lake Kawaguchi, central Japan

*山本 真也[1]、宮入 陽介[2]、横山 祐典[2]、菅 寿美[3]、小川 奈々子[3]、大河内 直彦[3] (1.山梨県富士山科学研究所、2.東京大学大気海洋研究所、3.海洋研究開発機構)

[SGL27-P11] Reestablishment of the Mesozoic and Cenozoic Stratigraphic Events of the Fergana Basin, Uzbekistan

*OTABEK ANVAROV[1]、久田 健一郎[1]、丸岡 照幸[1]、黒田 潤一郎[2]、Sherzod Makhmudov[3] (1.筑波大学、2.東京大学大気海洋研究所、3.State Comittee of Geology and Mineral Resources of Uzbekistan)

地質環境長期安定性に関する研究とLA-ICP質量分析法による年代測定
Research report on long-term stability of geological environments and LA-ICP-MS-based age dating

*横山 立憲[1]、三ツ口 丈裕[1]、末岡 茂[1]
*Tatsunori Yokoyama[1], Takehiro Mitsucuchi[1], Shigeru Sueoka[1]

1. 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
1. Japan Atomic Energy Agency

近年、二次イオン質量分析法（SIMS）やレーザーアブレーション誘導結合プラズマ質量分析法（LA-ICPMS）などの発展により、数十μm以下の分解能で高精度な年代測定が可能になった。例えば、LA-ICPMSによるウラン（U）-鉛（Pb）年代測定法は、ジルコン、アパタイト、モナザイトといったU濃度が高い重鉱物から比較的U濃度の低いカルサイトまで、適用できる鉱物種が拡がりつつある。このような微小領域年代測定法により、岩体を構成している微小鉱物及びその内部に見られる累帯構造の年代測定が可能になり、その結果、鉱物を形成した起源物質の経時的な組成変化が解明され、更に熱履歴を復元できる可能性がある。

日本原子力研究開発機構 東濃地科学センター 土岐地球年代学研究所では、高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する技術開発の一環として、地質環境の長期安定性評価に係る編年技術の整備を進めている。地層処分は、数万年以上の時間スケールで、廃棄物を地下深く埋設し、人間の生活圏から隔離することで安全を確保するものであり、これには地質環境の長期的な将来予測をすることが必要となる。この将来予測のためには、過去から現在の地質環境の長期的変遷を解明する必要があり、時間スケールを与える年代測定技術の整備が必須となる。例えば、ジルコンなどの重鉱物のU-Pb年代測定は、マグマの分化過程といった地下深部の火成活動について、信頼度の高い知見を与えるとともに、これらの鉱物が砕屑物となって堆積層に取り込まれている場合には、後背地解析に有用な知見を与える。さらに、宇宙線によって生成される核種（^{10}Be, ^{26}Alなど）の分析から、表面照射年代を求めることにより、地質表層の堆積・侵食作用を定量的に評価できる。地質環境の長期的な変遷の解明には、このような複合的な年代学的アプローチが重要となる。

筆者らは、LA-ICPMSによる年代測定や元素分析に関する技術整備を進めており、本発表では、特に地質環境の長期安定性評価に係る研究開発として、カルサイトや若いジルコンのU-Pb年代測定及びテフラ同定のための元素分析について、その整備・開発の現状と今後の展望について紹介する。

謝辞：本報告は、経済産業省資源エネルギー庁からの委託事業である「平成26-29年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（地質環境長期安定性評価確証技術開発）」及び「平成30年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（地質環境長期安定性評価技術高度化開発）」の成果の一部である。

キーワード：地質環境長期安定性、LA-ICP質量分析法、ウラン-鉛年代測定
Keywords: long-term stability in geological environments, LA-ICP Mass Spectrometry, U-Pb dating

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

U-Pb detrital zircon age dating from the Aileu Formation of Timor-Leste; Estimate depositional age and provenance of the sediment

*Jovita Elisa Fatima da Costa[1], Shoichi Kiyokawa[1], Yukiyasu Tsutsumi[2]

1. Kyushu University, 2. National Museum of Nature and Science

The Aileu Formation is a part of allochthonous metamorphic complexes distributed a 110km long and 40 km wide in Timor-Leste. It occupies most of the north-west of Timor-Leste and crops out along the north coast from Manatutu to the West Timor border and passing through to the south (Audley Charles, 1968). It is considerable lithological variation and metamorphic grade varies between lower greenschist to upper amphibolite facies (Beery and Grady, 1981). Our research area is affected by greenschist metamorphism and comprises an extensive succession of mostly terrigenous metasedimentary rock. The previous study of the north coast suggests that detrital zircon U-Pb from metasandstone, shows three groups at 270-440Ma, 860-1240, and 1480-1870Ma, and the metamorphic age also identified by 40Ar/39Ar of hornblende cooling ages of 10–6 Ma (Elly et al, (2014)). The Aileu Formation contain east-west foliation and north-south widely distributed. However, it's not a well-known south area of metasedimentary origin and depositional age. This study, we collect 3 samples of meta-sandstone transect north-south about 20 km wide. We analyzed U-Pb detrital zircon by using LA-ICP-MS.

Petrographically the 3 samples composed majorities of fine, fine medium grain of quartz-rich sandstone weakly deform and foliated. The three samples composed less than 2% muscovite, biotite, plagioclase, and another accessory mineral include zircon. Texturally immature characterized by sub-angular to sub-rounded and fresh of mica. These three samples are almost consisting of the same morphological characteristic of zircon grain.

The U-Pb age distribution of detrital zircon result from the concordant dataset reflected similar characteristic for all three samples and shows 270-420 Ma 900-1300Ma and 1400-1900 Ma. Grain younger than 270 Ma and older than 1900 Ma makes up 4% of the population. The most significant age peak, at 283-290 Ma indicated that the distribution of sediment coming from early Permian source rocks. The youngest zircon and main peaks are 239.87 Ma and 283-290 Ma, we consider this for maximum deposition age in the south which is the same as the north area. We suggest that the Sedimentation age of the south area of Aileu Formation after middle Triassic. These age from the previous study (north coast) and this study (north-south) shows the similarity characteristic for all samples. The Aileu Formation might be formed a fold and thrust belt and resemble sequences stacked north to south. Source sediment for Aileu Formation is compatible with a sediment source located in South East Asia as part of the now fragmented Sula Spur (Ely 2014). Sula spur is containing a Paleozoic granite and metamorphic basement which is extending from west of New Guinee and include the Bangai and Sula island.

Keywords: U/Pb Age of detrital zircon, Aileu Formation , Metasandstone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Petrological, geochemical, and geochronological characteristics of the Oritate travertine from Unazuki area, Toyama, Japan: possibility of U-Pb geochronology of carbonates with high common Pb.

*福山 繭子[1]、小笠原 正継[2]
*Mayuko Fukuyama[1], Masatsugu Ogasawara[2]

1. 秋田大学大学院理工学研究科、2. 産業技術総合研究所地質情報研究部門
1. Graduate School of Engineering Science, Akita University, 2. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

U-Pb dating of carbonate minerals can be widely applied to understand the timing of vein-type mineralization, fault movements, and other geological events forming calcites, which are difficult to be dated by other methods. Reference materials for U-Pb dating of calcite, such as WC-1 (254.4 ±6.4 Ma, Roberts *et al.*, 2017) and ASH-15D (3.001 ±0.012 Ma, Mason *et al.*, 2013; Vaks *et al.*, 2013), are available from several laboratories. However, it is often difficult to obtain reliable estimated ages of calcite because calcite usually contains high common Pb content.

In this study, we present the petrological, geochemical, and geochronological characteristic of the Oritate travertine from Unazuki area, Toyama, Japan. Typically, travertines are formed by a precipitation of carbonate minerals from hot spring. Thus, the U-Pb dating of calcite provides the timing of hydrothermal fluid activity. The Oritate travertine is called as ‘Onyx Marble’ by its texture. It shows layered texture with different colors from gray, white, to brown. It consists of aragonite and calcite. The chondrite normalized REE patterns of travertines show the flat and positive Eu anomalies which are different characteristics from oceanic limestones.

High initial $^{238}U/^{204}Pb$ (μ) content is requirement for precise U-Pb dating of calcite (Rasbury & Cole, 2009), because calcite generally contains significant amount of common Pb. It is also better to contain high U in the order of several tens of ppm for U-Ob dating. U/Pb ratio of the Oritate travertines range from 1.1 to 2.2. The U and Pb concentration of Oritate travertines are very low which is less than 1 ppm. The brownish colored layers in travertines contain relatively high U concentrations. Although the chemical compositions of Oritate travertine imply the difficulty to apply U-Pb method, we examined U-Pb dating of calcite with high common Pb. We analyzed travertines with relatively high U/Pb ratio and U contents parts of the travertines for U-Pb dating. U-Pb dating was attempted with the solution ICP-MS as well as the LA-ICP-MS utilize a New Wave Research 193UC excimer laser ablation system, coupled to a Nu Instruments Nu Plasma II multi-collector ICP-MS or Agilent 7700 quadru-pole ICP-MS at Akita University. We discuss and evaluate the U-Pb dating method for calcite with high common Pb.

キーワード：U-Pb年代、炭酸塩鉱物、トラバーチン、ICP-MS、下立
Keywords: U-Pb dating, carbonate mineral, travertine, ICP-MS, Oritate

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

白神岳複合岩体のジルコンのU-Pb年代とテクトニクス
Zircon U-Pb age and tectonics of shirakamidake granitic complex

*佐藤 大紀[1]、梅田 浩司[1]
*Hiroki Sato[1], Koji Umeda[1]

1. 弘前大学
1. Hirosaki University

白神岳複合花崗岩質岩体(以下,白神岳複合岩体)は青森県の南西部に位置し,岩相から東部,中央部,西部岩体の3つのグループに区分できる(藤本,2010).東部岩体は弱片状粗粒～中粒普通角閃石黒雲母花崗閃緑岩, 中央部岩体は塊状粗粒～中流黒雲母花崗岩, 西部岩体は片状粗粒～中流普通角閃石黒雲母花崗閃緑岩と優白質の同様の花崗閃緑岩からなり,マイロナイトを伴う(藤本・山本,2010).その放射年代は東部岩体で97.8±2.2Ma(角閃石K-Ar年代;藤本, 2010), 110.1±6.0Ma(Rb-Sr全岩アイソクロン年代;藤本・山本;2010),中央部岩体は42.8Ma(黒雲母K-Ar年代；通商産業省,1982)と65.6±1.7Ma(藤本,2000),西部岩体は95Ma(黒雲母K-Ar年代;河野,植田;1966)と89.4±3.4Ma(黒雲母K-Ar;通商産業省,1982),92.2±2.1Ma(角閃石K-Ar年代;藤本,2000)が報告されている. さらに,末岡(2016)により,白神複合岩体のアパタイトの(U-Th)/He年代が4.2±2Maと出されている.また,西部にはマイロナイト帯が分布している.

本研究では白神岳複合岩体での試料採取,岩石記載,蛍光X線分析装置による主成分・微量成分の分析,電子プローブマイクロアナライザ(EPMA)による分析を行うとともに,新たにジルコンのU-Pb年代測定を行うことで岩体の固結年代を明らかにすることを目標とした.また,これまでに得られた閉鎖温度の異なる放射年代を用いて白神岳複合岩体の冷却史の解明を目指した.

上記から採取した花崗岩3試料に対してLA-ICP-MSによるU-Pbジルコン年代測定を行い,得られた年代値は107.7±1.4Maであった.これは白神複合岩体の固結年代を示すと考えられる.既存の放射年代データと今回得られたU-Pb年代から白神岳複合岩体の冷却曲線を出した.その結果,白神複合岩体は貫入・固結開始後90Ma付近まで急冷したが,それ以降は徐々に冷却されるという傾向を示した.

キーワード：白神岳複合岩体、ジルコン、U-Pb年代
Keywords: The Shirakamidake granitic complex , Zircon, U-Pb age

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

八溝地域に分布する深成岩類のジルコンU-Pb年代
Zircon U-Pb dating of plutonic rocks from Yamizo Area, northeast Japan

*江島 輝美[1,2]、昆 慶明[2]、荒岡 大輔[2]、河野 重範[3]、高橋 浩[2]
*Terumi Ejima[1,2], Yoshiaki Kon[2], Daisuke Araoka[2], Shigenori Kawano[3], Yutaka Takahashi[2]

1. 信州大学、2. 産業技術総合研究所、3. 栃木県立博物館
1. Shinshu University, 2. Geological Survey of Japan, 3. Tochigi Prefectural Museum

八溝地域に分布する深成岩類の火成活動年代を明らかにするため、八溝地域およびその周辺に分布する深成岩類の、ジルコンU-Pb年代測定を行った。

八溝深成岩類は、茨城・栃木両県境に位置する八溝山地に産し、中～古生層を貫く多数の小岩体からなり、大規模深成岩体のひとつである阿武隈深成岩類の西側に棚倉構造線を挟んで分布する。これまで、八溝山地に分布する小岩体のうち大笹山岩体（67.5Ma）、袋田岩体（101 Ma）、岩船岩体（64.5 Ma）、亀久岩体（64.9 Ma）、大山田岩体（71.8Ma 、108Ma）のK-Ar年代が報告されている（柴田ほか、1973）。しかし、閉鎖温度が高くマグマ貫入年代を反映するU-Pbジルコン年代の報告は、馬頭斑レイ岩-閃緑岩複合岩体（109~106 Ma :Ejima et al., 2017）のみである。

八溝地域の北側には、長坂岩体、旗宿岩体、山際岩体、簑沢岩体、大笹山岩体、木佐見岩体、亀久岩体、花立峠岩体が分布し、69~63 Maの年代を示した。一方、八溝地域の南側には、大山田岩体、袋田岩体、頃藤岩体が分布し、104~102 Maの年代を示した。

本研究結果により、先行研究によるK-Ar年代と本研究で得られたU-Pb年代は誤差範囲内で一致する傾向にあることが分かった。このことは、八溝地域で採取した深成岩類の定置後の冷却速度が速かったことを示唆する。また、八溝地域の南側に産する深成岩類は、八溝地域の馬頭斑レイ岩-閃緑岩複合岩体および八溝地域の東側に産する阿武隈岩体に分布する深成岩類（121–97 Ma: Kon and Takagi, 2012; Ishihara and Orihashi, 2015; Kon et al., 2015; Takahashi et al., 2016）と同時期の活動であった。一方、北側に位置する深成岩類は八溝地域の南側に産する筑波山地域の深成岩類（80 Ma, 63–58 Ma: Koike and Tsutsumi, 2018）と同時期の活動であった。

キーワード：八溝地域、ジルコンU-Pb年代、深成岩類
Keywords: Yamizo area, U-Pb age of zircon, plutons

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Denudation history of the Higher Himalayan Crystallines in West-Central Nepal: insights from zircon fission-track dating and thermokinematic modeling

*中嶋 徹[1]、酒井 治孝[1]、岩野 英樹[2]、檀原 徹[2]、平田 岳史[3]
*Nakajima Toru[1], Harutaka Sakai[1], Hideki Iwano[2], Tohru Danhara[2], Takafumi Hirata[3]

1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻、2. (株)京都フィッション・トラック、3. 東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設
1. Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, 2. Kyoto Fission-Track Co., Ltd., 3. Geochemical Research Center, The University of Tokyo

Zircon Fission-Track (FT) dating and thermochronological inverse calculation were used to indentify the denudation history of the Higher Himalayan Crystalline (HHC) in west-central Nepal. We newly obtained 17 zircon and 4 apatite FT ages from Higher Himalayan Crystallines (HHC), the overlying Tibetan Tethys Sediments (TTS) and the underlying Lesser Himalayan Sediments (LHS) along 80km long transect across the Himalaya.
The ZFT age from the underlyng sediments displayed northward younging linear distribution of the oldest age in the frontal part of the Lesser Hilamaya (13.4 ±1.0 Ma) to the youngest age in the root zone near the Main Central Thrust (1.5 ±0.2 Ma). On the other hand, the ZFT ages from the HHC and the overlying sediments ranged from 10.9 ±0.8 Ma to 1.7 ±0.4 Ma, and showed southward younging distribution. The ZFT age distribution along NNE-SSW transect displayed a concave upward pattern with the youngest FT age located near the Main Central Thrust (MCT). This distribution pattern is well corresponded to present uplift rate, indicating that the FT age distribution pattern reflects the tectonically driven exhumation.
Thermochronological invert calculation showed two rapid cooling (<100 ℃/Myr) phases of the HHC and the LHS in the late Miocene and the Pleistocene. With respect to this result, rapid exhumation is not only suggested in the Pleistocene, but also in the late Miocene. The former implies rapid exhumation of the HHC accompanied by reactivation of the MCT in the late Miocene, the latter implies rapid denudation accompanied by overthrusting of the hanging wall of the Main Himalayan Thrust (MHT).
Thermo-kinematic calculation results also suggest that the distribution of FT ages is well explained by exhumation process accompanied by the activity of the MHT. Furthermore, the kinematic model considering reactivation of the MCT in the late Miocene yields a better fit between predicted and observed ages than the model without reactivation, indicating agreement with reactivation of the MCT in late Miocene.

キーワード：ヒマラヤ、熱年代学、フィッション・トラック年代、削剥史、高ヒマラヤ変成岩類
Keywords: Himalaya, thermochronology, fission-track age, denudation history, Higher Himalayan Crystallilne

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東北日本弧前弧域における熱年代学的研究
Thermochronology on the fore-arc side of Northeast Japan Arc

*梶田 侑弥[1]、末岡 茂[2]、福田 将眞[1]、長谷部 徳子[3]、田村 明弘[4]、森下 知晃[4]、Kohn Barry[5]、横山 立憲[2]、田上 高広[1]
*Yuya Kajita[1], Shigeru Sueoka[2], Shoma Fukuda[1], Noriko Hasebe[3], Akihiro Tomoaki[4], Tomoaki Morishita[4], Barry P. Kohn[5], Tatsunori Yokoyama[2], Takahiro Tagami[1]

1. 京都大学大学院理学研究科、2. 日本原子力研究開発機構、3. 金沢大学環日本海域環境研究センター、4. 金沢大学理工学域自然システム学類、5. メルボルン大学地球科学科
1. Graduate School of Science, Kyoto University , 2. Japan Atomic Energy Agency, 3. Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, 4. Department of Sciences, Kanazawa University, 5. School of Earth Sciences, University of Melbourne

弧ー海溝系とは、活動的縁辺にあたるプレートの沈み込み帯において上盤プレートの縁辺にできる弧状の地形的高まりと海溝のことである。弧ー海溝系は島弧と陸弧に分類され、背弧海盆や縁海盆の有無により区別される。火山活動や地震等の地殻活動が盛んに生じている島弧は、造山帯・大陸の起源やプレート運動の変遷を解明する鍵として研究がされてきた（鳥海ほか編, 2018）

東北日本弧は海溝側から順に前弧、火山フロント、背弧、背弧海盆といった島弧に特徴的な構成単元が明瞭に見られるため、島弧のテクトニクスを考察するのに適した地域である。それゆえ、構造発達史について様々な研究がなされてきている（e.g. 天野・佐藤, 1989; 佐藤, 1992; Nakajima, 2013）。一方で、島弧のテクトニクスを議論する上で重要となる山地の定量的な隆起・削剥史に関する研究例は数が限られている。

山地の上下変動を定量的に推定する手法の一つとして、熱年代学が知られる。熱年代学とは、放射年代測定による年代値と、年代測定手法と鉱物の組み合わせに固有な閉鎖温度を利用することで、岩石の辿ってきた熱履歴を復元する学問領域である。さらに、様々な仮定を置くことで山地の隆起・削剥史の検討が可能である。世界の大規模な造山帯での研究では成功を収めてきた（Hermam et al., 2013）が、東北日本弧における熱年代学的手法の適用は近年本格化したばかりであり、報告例は少数に留まる（e.g. Sueoka et al., 2017, Fukuda et al., in press）。さらに、これらの先行研究は前弧、奥羽脊梁山地、背弧をそれぞれ１つのユニットとして捉えており、各ユニット内での詳細な熱史・削剥史に関する議論は十分でない。

そこで本研究は、東北日本弧前弧域に焦点を当て、基盤岩である花崗岩類が比較的広く分布する北上山地・阿武隈山地を対象として、それぞれの山地における詳細な熱史・削剥史の推定を目的に熱年代学的検討を行った。本研究では熱年代学的手法としてアパタイトフィッション・トラック（AFT）法、アパタイト(U-Th)/He（AHe）法、ジルコン（Zr）U-Pb法を適用した。AFT年代は北上山地で66.8～39.1 Ma、阿武隈山地で61.0～40.5 Maが得られた。AHe年代は北上山地で51.2～36.1 Ma、阿武隈山地で75.9～60.1 Maが得られた。Zr U-Pb年代は阿武隈山地で110.3～104.3 Maが得られた。また、本研究結果と先行研究のデータから、各山地の年代の傾向および削剥史を議論した。

北上山地において、AFT年代では、東に行くにつれて若くなる傾向が観測されたが、AHe年代では、最も古い西縁部を除けば、他の地点はほぼ同程度の年代が得られ，AFT年代のような傾向は見られなかった。一方、阿武隈山地では、AFT・AHe年代ともに畑川断層帯を境に年代値が東西で異なり、西側が若く、東側が古い年代のグループが見出された。各山地の削剥史を簡単に検討するため、全地点で一律な地温勾配を仮定すると、北上山地では東西で削剥史が異なり、隆起形態が時間変化している可能性を示唆した。また、阿武隈山地では、畑川断層帯の活動時期を制約する可能性のある情報が得られた。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

今後の課題としては、①追加分析による各手法における測定精度や確度の向上、②未分析地点での測定や新しい熱年代計（e.g. 宇宙線生成核種法）による分析の実施、③より詳細な熱史の推定のため、AFT法における熱史逆解析の実施、④北上山地・阿武隈山地における地温勾配の考察、隆起モデルやテクトニクスモデルの検討、などが挙げられる。

謝辞：本報告は経済産業省資源エネルギー庁委託事業「平成30年度地質環境長期安定性評価技術高度化開発」の成果の一部である。また、本研究は平成26-30 年度文部科学省新学術研究領域「異なる時空間スケールにおける日本列島の変形場の解明」（代表：鷺谷　威、課題 番号26109003）によって助成された。

キーワード：熱年代学、東北日本弧、阿武隈、北上
Keywords: Thermochronology, Northeast Japan Arc, Abukuma, Kitakami

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Argon diffusion in rocks - classical approach in view of heating and relaxation

Zwingmann Horst[1]、*兵藤 博信[2]
Horst Zwingmann[1], *Hironobu Hyodo[2]

1. 京都大学理学研究科地球惑星科学、2. 岡山理科大学自然科学研究所
1. KUEPS, Kyoto University, 2. Research Institute of Natural Sciences, Okayama University of Science

Since the development of the conventional K-Ar and subsequent 40Ar-39Ar dating methods fundamental noble gas diffusion processes in rocks were investigated including complex multi-scale and multi-path aspects in polyphase materials. Traditional models interpret the loss of radiogenic Argon due to an increase of temperatures. Hyodo (2017) proposed a new approach investigating the relaxation time and temperature relation within an “unclosure temperature” model. This model regards duration of a heating event as time for relaxation in a diffusion system at specific temperature. The model applies a functional form of mathematical approximation on fractional loss by diffusion. It allows fractional loss of certain amount of radiogenic 40Ar as long as the step heating model spectra in 40Ar-39Ar dating (plateau) maintains its original age within its age error. This new model approach is compared to a classical heating diffusion model (Huon et al., 1993) focusing on clay minerals (<10 and <2 μm) and larger muscovite grains (200 and 100 μm). The classical diffusion heating models applies three main parameters comprising a. grainsize (μm), b. temperature range (˚C) and c. time scale (Ma). The obtained results provide a unique insight to compare an active heating versus passive cooling time and temperature path of clay minerals and muscovite with applications for general earth sciences and economic geology such as hydrocarbon exploration.

Huon, S. et al., 1993. Mise en évidence au Maroc d'événements thermiques d'âge triascico-liasique liés à l'ouverture de l'Atlantique. Bulletin de la societe géologique de France, 164/2, 165–176.

Hyodo, H., 2017. Unclosure temperature of a mineral: Cylinder and plane geometry. Bull. Res. Inst. Nat. Sci. Okayama Univ. Sci., No.43, 13-18.

キーワード：K-Ar dating、diffusion、reheating
Keywords: K-Ar dating, diffusion, reheating

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

^{4}He/U-Th dating of pore waters from Quaternary sediments in Switzerland: potential and challenges

*Yama Tomonaga[1], Edith Horstmann[1], Gaudenz Deplazes[2], Rolf Kipfer[1]

1. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag), 2. National Cooperative for the Disposal of Radioactive Waste (Nagra)

Dating based on the ^{4}He/U-Th method is used to estimate the residence time of pore waters in very low-permeable rocks and consolidated sediments. The residence time is inferred from the time necessary to accumulate radiogenic ^{4}He measured in the pore water being produced by the decay of U and Th in the sediment matrix [1].
In the Jurassic Opalinus Clay, the pore water still contains remnants of the original marine formation water that was entrapped during sediment deposition. The pore water composition was altered only by diffusive processes [2,3]. The fact that even ~100-Ma-old water signatures can be preserved in their original pore space suggests that such preservation might also be possible in much younger dense glacial deposits. The ^{4}He concentrations measured in the pore waters of glacial tills were translated into mean residence times of 15-25 kyrs [4] that agree rather well with the expected depositional ages of 25-31 kyrs [5]. These observations, as well as evidence from lacustrine sediments [6,7], suggest that, if the solute transport in the pore space is sufficiently attenuated, even unconsolidated sediments can "store" and host "old" pore waters.
In the present work we investigate if the ^{4}He/U-Th dating of pore waters can be used as a novel tool to complement the luminescence dating of unconsolidated Quaternary sediments. We applied the ^{4}He/U-Th method to date pore waters in the time range of 10 to 100 thousands of years which covers the age range of the sedimentary depositions targeted by the Quaternary drillings (QBOs) managed by the National Cooperative for the Disposal of Radioactive Waste (Nagra) in Switzerland. In particular, we focus on fine-grained lacustrine sediment layers that might provide low-permeability conditions suitable for the preservation of radiogenic ^{4}He concentrations in the pore space.
We report the preliminary results of the ^{4}He/U-Th dating based on the measurements conducted in sediment samples from the first QBOs, highlighting potential and challenges of the method with respect to the studied glaciofluvial sediments of the Swiss Midland.

References

[1] Torgersen, T., Clarke, W.B. (1985). Helium accumulation in groundwater, I: an evaluation of sources and the continental flux of crustal ^{4}He in the Great Artesian Basin, Australia. *Geochim. Cosmochim. Acta 49*, 1211–1218.
[2] Gimmi T., Waber H. N., Gautschi A., Rübel A. (2007). Stable water isotopes in pore water of Jurassic argillaceous rocks as tracers for solute transport over large spatial and temporal scales. *Water Resour. Res. 43*(4).
[3] Mazurek, M., Alt-Epping, P., Bath, A., Gimmi, T., Niklaus Waber, H., Buschaert, S., et al. (2011). Natural tracer profiles across argillaceous formations. *Appl. Geochem. 26*(7), 1035–1064.
[4] Hendry, M. J., Kotzer, T. G., Solomon, D. K. (2005). Sources of radiogenic helium in a clay till aquitard and its use to evaluate the timing of geologic events. *Geochim. Cosmochim. Acta 69*(2), 475–483.
[5] Wassenaar L.I., Hendry M.J. (2000). Mechanisms Controlling the Distribution and Transport of ^{14}C in a Clay-Rich Till Aquitard. *Groundwater 38*(3), 343–349.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[6] Tomonaga, Y., Brennwald, M. S., Meydan, A. F., Kipfer, R. (2014). Noble gases in the sediments of Lake Van - Solute transport and palaeoenvironmental reconstruction. *Quat. Sci. Rev. 104*, 117–126.
[7] Tomonaga, Y., Brennwald, M. S., Kipfer, R. (2015). Attenuation of noble-gas transport in laminated sediments of the Stockholm Archipelago. *Limnol. Oceanogr. 60*(2), 497–511.

Keywords: pore water, noble gases, unconsolidated sediments

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Compound-specific radiocarbon analysis of lipid biomarkers in surface sediment from Lake Kawaguchi, central Japan

*山本 真也[1]、宮入 陽介[2]、横山 祐典[2]、菅 寿美[3]、小川 奈々子[3]、大河内 直彦[3]
*Shinya Yamamoto[1], Yosuke Miyairi[2], Yusuke Yokoyama[2], Hisami Suga[3], Nanako O. Ogawa[3], Naohiko Ohkouchi[3]

1. 山梨県富士山科学研究所、2. 東京大学大気海洋研究所、3. 海洋研究開発機構
1. Mount Fuji Research Institute, Yamanashi Prefectural Government, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Lake sediment in volcanic regions contains valuable information on past eruptive history, as well as environmental consequences that took place in the catchment along with volcanisms. In this study, we performed compound-specific radiocarbon analysis (CSRA) of lipid biomarkers in surface sediment from Lake Kawaguchi situated northern proximal to Mount Fuji, central Japan, including short-chain (C_{16}) and long-chain (C_{24}, C_{26} and C_{28}) fatty acids. The results are compared with the ^{14}C content of TOC, plant macrofossils (plant leaf and wood) and lake surface water in order to access their potential for dating tool in the lake sediment. The ^{14}C concentration of the long-chain (C_{24}, C_{26} and C_{28}) fatty acids ranged from −43 to −183‰, corresponding to ^{14}C ages between 288 to 1554 years BP. This indicates that these acids contain substantial pre-aged materials in addition to those emitted from contemporary plant leaf waxes. In contrast, the short-chain (C_{16}) fatty acids showed a good agreement with the ^{14}C concentration of lake surface water, suggesting that they are most likely derived from primary producers (diatom) in the present lake and have a potential to improve chronologies in the sedimentary sequence in which the occurrence of fossil leaves is rather limited.

キーワード：化合物レベル放射性炭素年代法、湖底堆積物、脂肪酸
Keywords: compound-specific radiocarbon analysis, lake sediment, fatty acid

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Reestablishment of the Mesozoic and Cenozoic Stratigraphic Events of the Fergana Basin, Uzbekistan

*OTABEK ANVAROV[1]、久田 健一郎[1]、丸岡 照幸[1]、黒田 潤一郎[2]、Sherzod Makhmudov[3]
*OTABEK ULUGBEK OGLI ANVAROV[1], Ken-ichiro Hisada[1], Teruyuki Maruoka[1], Junichiro Kuroda[2], Sherzod Makhmudov[3]

1. 筑波大学、2. 東京大学大気海洋研究所、3. State Comittee of Geology and Mineral Resources of Uzbekistan
1. UNIVERSITY OF TSUKUBA, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo , 3. State Comittee of Geology and Mineral Resources of Uzbekistan

Despite the fact that the Fergana Basin is being the important geologic and tectonic region in Central Asia, for more than a century of research represented that different views have been formed on its geological structure and history of development. Although, it is the least studied intermountain depressions within the Tien-Shan, and lies at the northeastern part of Uzbekistan, covering the 22.000 km ^{2} area. The first attempts on the basins geological investigations dates back to 1916’s research by A.D. Arkhangelskiy which he started the descriptions of the preliminary stratigraphy of the Cretaceous deposits of the basin and adjacent areas. So far, the scientific debates got interrupted after the explorations of the important industrial resources as oil, gas, gold, uranium and so on, from the 50’s during the Soviet Period, where all geological investigations concentrated only on broad explorations of resources. Yet, after the collapse of the Soviet Union, the studies still remained as minor and all works were referenced back to the old data, where the most studies were lack of the reliability. The purpose of this study is to reconstruct the stratigraphy of the Fergana Basin.

Generally, three stratigraphic units are involved in the stratigraphy of the basin. The lower one is represented by the Paleozoic formations. The second unit includes Mesozoic to Paleogene sediments. The third is composed of a thick unit of the Cenozoic molasses and the Quaternary sediments covering them. Five geological sections around Chust City, northern part of the Fergana Basin at the foothills of Northwestern Tien-Shan and Chatkal-Kurama Mountain Ranges in the Republic of Uzbekistan were selected and preliminary observations were carried out. The study area were represented by very well exposed deposits starting from the Permian andesites, trachytes and tuffs, the Triassic trachytes, the Cretaceous red beds of conglomerates, paleosols and sandstone shell beds of oyster and bivalve fossils, and the Paleogene grey limestones, sandstones and conglomerates with oyster fossils. At the sections from the Cretaceous to Paleogene, the transitions from terrestrial to marine environment were observed with alluvial, lagoon and costal-marine deposits. But, at the Cretaceous deposits the Upper Cretaceous sections were not observed, where documented as observable by the study of Abduazimova et al. (2012).

The preliminary results showed that the analyzed samples from the Cretaceous, just boundary to the Paleogene beds were the Aptian age of the Lower Cretaceous, therefore this study does not agree with Abduazimova et al. (2012), which documented the existence of the Upper Cretaceous deposits. The Paleogene samples showed the Eocene time. Therefore, the preliminary results of this study can suggest that the existence of disconformity between the Cretaceous and Paleogene sections, which suggests the Paleogene regression following the Late Cretaceous transgression.

キーワード：Fergana Basin、Stable Isotope Stratigraphy、Shell bed、Cretaceous、Paleogene
Keywords: Fergana Basin, Stable Isotope Stratigraphy, Shell bed, Cretaceous, Paleogene

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-GL 地質学

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_22

[S-GL27] 地球年代学・同位体地球科学

コンビーナ:田上 高広(京都大学大学院理学研究科)、佐野 有司(東京大学大気海洋研究所海洋地球システム研究系)

地球の現在を知り、将来を展望するためには、地球史の精密な復元は欠かすことが出来ない。その中心となる学問分野が、地球年代学・同位体地球科学である。本セッションでは、分析方法の開発・改良や年代値較正などの基礎研究と、地球惑星史への応用研究について発表の場を提供する。具体的には、(1) 地球史の時間軸を与える放射年代・生層序・古地磁気層序・安定同位体比、(2) 地球惑星系の変動解析に用いられる放射性同位体および安定同位体、(3) 年代・同位体データをとりこんだモデリング、などの研究を含む。関連分野との統合的研究も歓迎する。

[SGL27-P01] 地質環境長期安定性に関する研究とLA-ICP質量分析法による年代測定
★招待講演

*横山 立憲[1]、三ツ口 丈裕[1]、末岡 茂[1] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構)

[SGL27-P02] **U-Pb detrital zircon age dating from the Aileu Formation of Timor-Leste; Estimate depositional age and provenance of the sediment**

*Jovita Elisa Fatima da Costa[1]、Shoichi Kiyokawa[1]、Yukiyasu Tsutsumi[2] (1.Kyushu University、2.National Museum of Nature and Science)

[SGL27-P03] Petrological, geochemical, and geochronological characteristics of the Oritate travertine from Unazuki area, Toyama, Japan: possibility of U-Pb geochronology of carbonates with high common Pb.

*福山 繭子[1]、小笠原 正継[2] (1.秋田大学大学院理工学研究科、2.産業技術総合研究所地質情報研究部門)

[SGL27-P04] 白神岳複合岩体のジルコンのU-Pb年代とテクトニクス

*佐藤 大紀[1]、梅田 浩司[1] (1.弘前大学)

[SGL27-P05] 八溝地域に分布する深成岩類のジルコンU-Pb年代

*江島 輝美[1,2]、昆 慶明[2]、荒岡 大輔[2]、河野 重範[3]、高橋 浩[2] (1.信州大学、2.産業技術総合研究所、3.栃木県立博物館)

[SGL27-P06] Denudation history of the Higher Himalayan Crystallines in West-Central Nepal: insights from zircon fission-track dating and thermokinematic modeling

*中嶋 徹[1]、酒井 治孝[1]、岩野 英樹[2]、檀原 徹[2]、平田 岳史[3] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻、2.(株)京都フィッション・トラック、3.東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設)

[SGL27-P07] 東北日本弧前弧域における熱年代学的研究

*梶田 侑弥[1]、末岡 茂[2]、福田 将眞[1]、長谷部 徳子[3]、田村 明弘[4]、森下 知晃[4]、Kohn Barry[5]、横山 立憲[2]、田上 高広[1] (1.京都大学大学院理学研究科、2.日本原子力研究開発機構、3.金沢大学環日本海域環境研究センター、4.金沢大学理工学域自然システム学類、5.メルボルン大学地球科学科)

[SGL27-P08] Argon diffusion in rocks - classical approach in view of heating and relaxation

Zwingmann Horst[1]、*兵藤 博信[2] (1.京都大学理学研究科地球惑星科学、2.岡山理科大学自然科学研究所)

[SGL27-P09] ^{4}He/U-Th dating of pore waters from Quaternary sediments in Switzerland: potential and challenges

*Yama Tomonaga[1]、Edith Horstmann[1]、Gaudenz Deplazes[2]、Rolf Kipfer[1] (1.Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag)、2.National Cooperative for the Disposal of Radioactive Waste (Nagra))

[SGL27-P10] Compound-specific radiocarbon analysis of lipid biomarkers in surface sediment from Lake Kawaguchi, central Japan

*山本 真也[1]、宮入 陽介[2]、横山 祐典[2]、菅 寿美[3]、小川 奈々子[3]、大河内 直彦[3] (1.山梨県富士山科学研究所、2.東京大学大気海洋研究所、3.海洋研究開発機構)

地質環境長期安定性に関する研究とLA-ICP質量分析法による年代測定
Research report on long-term stability of geological environments and LA-ICP-MS-based age dating

*横山 立憲[1]、三ツ口 丈裕[1]、末岡 茂[1]
*Tatsunori Yokoyama[1], Takehiro Mitsucuchi[1], Shigeru Sueoka[1]

1. 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
1. Japan Atomic Energy Agency

近年、二次イオン質量分析法（SIMS）やレーザーアブレーション誘導結合プラズマ質量分析法（LA-ICPMS）などの発展により、数十μm以下の分解能で高精度な年代測定が可能になった。例えば、LA-ICPMSによるウラン（U）-鉛（Pb）年代測定法は、ジルコン、アパタイト、モナザイトといったU濃度が高い重鉱物から比較的U濃度の低いカルサイトまで、適用できる鉱物種が拡がりつつある。このような微小領域年代測定法により、岩体を構成している微小鉱物及びその内部に見られる累帯構造の年代測定が可能になり、その結果、鉱物を形成した起源物質の経時的な組成変化が解明され、更に熱履歴を復元できる可能性がある。

日本原子力研究開発機構 東濃地科学センター 土岐地球年代学研究所では、高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する技術開発の一環として、地質環境の長期安定性評価に係る編年技術の整備を進めている。地層処分は、数万年以上の時間スケールで、廃棄物を地下深く埋設し、人間の生活圏から隔離することで安全を確保するものであり、これには地質環境の長期的な将来予測をすることが必要となる。この将来予測のためには、過去から現在の地質環境の長期的変遷を解明する必要があり、時間スケールを与える年代測定技術の整備が必須となる。例えば、ジルコンなどの重鉱物のU-Pb年代測定は、マグマの分化過程といった地下深部の火成活動について、信頼度の高い知見を与えるとともに、これらの鉱物が砕屑物となって堆積層に取り込まれている場合には、後背地解析に有用な知見を与える。さらに、宇宙線によって生成される核種（^{10}Be, ^{26}Alなど）の分析から、表面照射年代を求めることにより、地質表層の堆積・侵食作用を定量的に評価できる。地質環境の長期的な変遷の解明には、このような複合的な年代学的アプローチが重要となる。

筆者らは、LA-ICPMSによる年代測定や元素分析に関する技術整備を進めており、本発表では、特に地質環境の長期安定性評価に係る研究開発として、カルサイトや若いジルコンのU-Pb年代測定及びテフラ同定のための元素分析について、その整備・開発の現状と今後の展望について紹介する。

謝辞：本報告は、経済産業省資源エネルギー庁からの委託事業である「平成26-29年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（地質環境長期安定性評価確証技術開発）」及び「平成30年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（地質環境長期安定性評価技術高度化開発）」の成果の一部である。

キーワード：地質環境長期安定性、LA-ICP質量分析法、ウラン-鉛年代測定
Keywords: long-term stability in geological environments, LA-ICP Mass Spectrometry, U-Pb dating

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

U-Pb detrital zircon age dating from the Aileu Formation of Timor-Leste; Estimate depositional age and provenance of the sediment

*Jovita Elisa Fatima da Costa[1], Shoichi Kiyokawa[1], Yukiyasu Tsutsumi[2]

1. Kyushu University, 2. National Museum of Nature and Science

The Aileu Formation is a part of allochthonous metamorphic complexes distributed a 110km long and 40 km wide in Timor-Leste. It occupies most of the north-west of Timor-Leste and crops out along the north coast from Manatutu to the West Timor border and passing through to the south (Audley Charles, 1968). It is considerable lithological variation and metamorphic grade varies between lower greenschist to upper amphibolite facies (Beery and Grady, 1981). Our research area is affected by greenschist metamorphism and comprises an extensive succession of mostly terrigenous metasedimentary rock. The previous study of the north coast suggests that detrital zircon U-Pb from metasandstone, shows three groups at 270-440Ma, 860-1240, and 1480-1870Ma, and the metamorphic age also identified by 40Ar/39Ar of hornblende cooling ages of 10–6 Ma (Elly et al, (2014)). The Aileu Formation contain east-west foliation and north-south widely distributed. However, it's not a well-known south area of metasedimentary origin and depositional age. This study, we collect 3 samples of meta-sandstone transect north-south about 20 km wide. We analyzed U-Pb detrital zircon by using LA-ICP-MS.

Petrographically the 3 samples composed majorities of fine, fine medium grain of quartz-rich sandstone weakly deform and foliated. The three samples composed less than 2% muscovite, biotite, plagioclase, and another accessory mineral include zircon. Texturally immature characterized by sub-angular to sub-rounded and fresh of mica. These three samples are almost consisting of the same morphological characteristic of zircon grain.

The U-Pb age distribution of detrital zircon result from the concordant dataset reflected similar characteristic for all three samples and shows 270-420 Ma 900-1300Ma and 1400-1900 Ma. Grain younger than 270 Ma and older than 1900 Ma makes up 4% of the population. The most significant age peak, at 283-290 Ma indicated that the distribution of sediment coming from early Permian source rocks. The youngest zircon and main peaks are 239.87 Ma and 283-290 Ma, we consider this for maximum deposition age in the south which is the same as the north area. We suggest that the Sedimentation age of the south area of Aileu Formation after middle Triassic. These age from the previous study (north coast) and this study (north-south) shows the similarity characteristic for all samples. The Aileu Formation might be formed a fold and thrust belt and resemble sequences stacked north to south. Source sediment for Aileu Formation is compatible with a sediment source located in South East Asia as part of the now fragmented Sula Spur (Ely 2014). Sula spur is containing a Paleozoic granite and metamorphic basement which is extending from west of New Guinee and include the Bangai and Sula island.

Keywords: U/Pb Age of detrital zircon, Aileu Formation , Metasandstone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Petrological, geochemical, and geochronological characteristics of the Oritate travertine from Unazuki area, Toyama, Japan: possibility of U-Pb geochronology of carbonates with high common Pb.

*福山 繭子[1]、小笠原 正継[2]
*Mayuko Fukuyama[1], Masatsugu Ogasawara[2]

1. 秋田大学大学院理工学研究科、2. 産業技術総合研究所地質情報研究部門
1. Graduate School of Engineering Science, Akita University, 2. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

U-Pb dating of carbonate minerals can be widely applied to understand the timing of vein-type mineralization, fault movements, and other geological events forming calcites, which are difficult to be dated by other methods. Reference materials for U-Pb dating of calcite, such as WC-1 (254.4 ±6.4 Ma, Roberts *et al.*, 2017) and ASH-15D (3.001 ±0.012 Ma, Mason *et al.*, 2013; Vaks *et al.*, 2013), are available from several laboratories. However, it is often difficult to obtain reliable estimated ages of calcite because calcite usually contains high common Pb content.

In this study, we present the petrological, geochemical, and geochronological characteristic of the Oritate travertine from Unazuki area, Toyama, Japan. Typically, travertines are formed by a precipitation of carbonate minerals from hot spring. Thus, the U-Pb dating of calcite provides the timing of hydrothermal fluid activity. The Oritate travertine is called as ‘Onyx Marble’ by its texture. It shows layered texture with different colors from gray, white, to brown. It consists of aragonite and calcite. The chondrite normalized REE patterns of travertines show the flat and positive Eu anomalies which are different characteristics from oceanic limestones.

High initial $^{238}U/^{204}Pb$ (μ) content is requirement for precise U-Pb dating of calcite (Rasbury & Cole, 2009), because calcite generally contains significant amount of common Pb. It is also better to contain high U in the order of several tens of ppm for U-Ob dating. U/Pb ratio of the Oritate travertines range from 1.1 to 2.2. The U and Pb concentration of Oritate travertines are very low which is less than 1 ppm. The brownish colored layers in travertines contain relatively high U concentrations. Although the chemical compositions of Oritate travertine imply the difficulty to apply U-Pb method, we examined U-Pb dating of calcite with high common Pb. We analyzed travertines with relatively high U/Pb ratio and U contents parts of the travertines for U-Pb dating. U-Pb dating was attempted with the solution ICP-MS as well as the LA-ICP-MS utilize a New Wave Research 193UC excimer laser ablation system, coupled to a Nu Instruments Nu Plasma II multi-collector ICP-MS or Agilent 7700 quadru-pole ICP-MS at Akita University. We discuss and evaluate the U-Pb dating method for calcite with high common Pb.

キーワード：U-Pb年代、炭酸塩鉱物、トラバーチン、ICP-MS、下立
Keywords: U-Pb dating, carbonate mineral, travertine, ICP-MS, Oritate

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

白神岳複合岩体のジルコンのU-Pb年代とテクトニクス
Zircon U-Pb age and tectonics of shirakamidake granitic complex

*佐藤 大紀[1]、梅田 浩司[1]
*Hiroki Sato[1], Koji Umeda[1]

1. 弘前大学
1. Hirosaki University

白神岳複合花崗岩質岩体(以下,白神岳複合岩体)は青森県の南西部に位置し,岩相から東部,中央部,西部岩体の3つのグループに区分できる(藤本,2010).東部岩体は弱片状粗粒～中粒普通角閃石黒雲母花崗閃緑岩, 中央部岩体は塊状粗粒～中流黒雲母花崗岩, 西部岩体は片状粗粒～中流普通角閃石黒雲母花崗閃緑岩と優白質の同様の花崗閃緑岩からなり,マイロナイトを伴う(藤本・山本,2010).その放射年代は東部岩体で97.8±2.2Ma(角閃石K-Ar年代;藤本, 2010), 110.1±6.0Ma(Rb-Sr全岩アイソクロン年代;藤本・山本;2010),中央部岩体は42.8Ma(黒雲母K-Ar年代；通商産業省,1982)と65.6±1.7Ma(藤本,2000),西部岩体は95Ma(黒雲母K-Ar年代;河野,植田;1966)と89.4±3.4Ma(黒雲母K-Ar;通商産業省,1982),92.2±2.1Ma(角閃石K-Ar年代;藤本,2000)が報告されている. さらに,末岡(2016)により,白神複合岩体のアパタイトの(U-Th)/He年代が4.2±2Maと出されている.また,西部にはマイロナイト帯が分布している.

本研究では白神岳複合岩体での試料採取,岩石記載,蛍光X線分析装置による主成分・微量成分の分析,電子プローブマイクロアナライザ(EPMA)による分析を行うとともに,新たにジルコンのU-Pb年代測定を行うことで岩体の固結年代を明らかにすることを目標とした.また,これまでに得られた閉鎖温度の異なる放射年代を用いて白神岳複合岩体の冷却史の解明を目指した.

上記から採取した花崗岩3試料に対してLA-ICP-MSによるU-Pbジルコン年代測定を行い,得られた年代値は107.7±1.4Maであった.これは白神複合岩体の固結年代を示すと考えられる.既存の放射年代データと今回得られたU-Pb年代から白神岳複合岩体の冷却曲線を出した.その結果,白神複合岩体は貫入・固結開始後90Ma付近まで急冷したが,それ以降は徐々に冷却されるという傾向を示した.

キーワード：白神岳複合岩体、ジルコン、U-Pb年代
Keywords: The Shirakamidake granitic complex , Zircon, U-Pb age

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

八溝地域に分布する深成岩類のジルコンU-Pb年代
Zircon U-Pb dating of plutonic rocks from Yamizo Area, northeast Japan

*江島 輝美[1,2]、昆 慶明[2]、荒岡 大輔[2]、河野 重範[3]、高橋 浩[2]
*Terumi Ejima[1,2], Yoshiaki Kon[2], Daisuke Araoka[2], Shigenori Kawano[3], Yutaka Takahashi[2]

1. 信州大学、2. 産業技術総合研究所、3. 栃木県立博物館
1. Shinshu University, 2. Geological Survey of Japan, 3. Tochigi Prefectural Museum

八溝地域に分布する深成岩類の火成活動年代を明らかにするため、八溝地域およびその周辺に分布する深成岩類の、ジルコンU-Pb年代測定を行った。

八溝深成岩類は、茨城・栃木両県境に位置する八溝山地に産し、中～古生層を貫く多数の小岩体からなり、大規模深成岩体のひとつである阿武隈深成岩類の西側に棚倉構造線を挟んで分布する。これまで、八溝山地に分布する小岩体のうち大笹山岩体（67.5Ma）、袋田岩体（101 Ma）、岩船岩体（64.5 Ma）、亀久岩体（64.9 Ma）、大山田岩体（71.8Ma 、108Ma）のK-Ar年代が報告されている（柴田ほか、1973）。しかし、閉鎖温度が高くマグマ貫入年代を反映するU-Pbジルコン年代の報告は、馬頭斑レイ岩-閃緑岩複合岩体（109~106 Ma :Ejima et al., 2017）のみである。

八溝地域の北側には、長坂岩体、旗宿岩体、山際岩体、簑沢岩体、大笹山岩体、木佐見岩体、亀久岩体、花立峠岩体が分布し、69~63 Maの年代を示した。一方、八溝地域の南側には、大山田岩体、袋田岩体、頃藤岩体が分布し、104~102 Maの年代を示した。

本研究結果により、先行研究によるK-Ar年代と本研究で得られたU-Pb年代は誤差範囲内で一致する傾向にあることが分かった。このことは、八溝地域で採取した深成岩類の定置後の冷却速度が速かったことを示唆する。また、八溝地域の南側に産する深成岩類は、八溝地域の馬頭斑レイ岩-閃緑岩複合岩体および八溝地域の東側に産する阿武隈岩体に分布する深成岩類（121–97 Ma: Kon and Takagi, 2012; Ishihara and Orihashi, 2015; Kon et al., 2015; Takahashi et al., 2016）と同時期の活動であった。一方、北側に位置する深成岩類は八溝地域の南側に産する筑波山地域の深成岩類（80 Ma, 63–58 Ma: Koike and Tsutsumi, 2018）と同時期の活動であった。

キーワード：八溝地域、ジルコンU-Pb年代、深成岩類
Keywords: Yamizo area, U-Pb age of zircon, plutons

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Denudation history of the Higher Himalayan Crystallines in West-Central Nepal: insights from zircon fission-track dating and thermokinematic modeling

*中嶋 徹[1]、酒井 治孝[1]、岩野 英樹[2]、檀原 徹[2]、平田 岳史[3]
*Nakajima Toru[1], Harutaka Sakai[1], Hideki Iwano[2], Tohru Danhara[2], Takafumi Hirata[3]

1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻、2. (株)京都フィッション・トラック、3. 東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設
1. Division of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, 2. Kyoto Fission-Track Co., Ltd., 3. Geochemical Research Center, The University of Tokyo

Zircon Fission-Track (FT) dating and thermochronological inverse calculation were used to indentify the denudation history of the Higher Himalayan Crystalline (HHC) in west-central Nepal. We newly obtained 17 zircon and 4 apatite FT ages from Higher Himalayan Crystallines (HHC), the overlying Tibetan Tethys Sediments (TTS) and the underlying Lesser Himalayan Sediments (LHS) along 80km long transect across the Himalaya.
The ZFT age from the underlyng sediments displayed northward younging linear distribution of the oldest age in the frontal part of the Lesser Hilamaya (13.4 ±1.0 Ma) to the youngest age in the root zone near the Main Central Thrust (1.5 ±0.2 Ma). On the other hand, the ZFT ages from the HHC and the overlying sediments ranged from 10.9 ±0.8 Ma to 1.7 ±0.4 Ma, and showed southward younging distribution. The ZFT age distribution along NNE-SSW transect displayed a concave upward pattern with the youngest FT age located near the Main Central Thrust (MCT). This distribution pattern is well corresponded to present uplift rate, indicating that the FT age distribution pattern reflects the tectonically driven exhumation.
Thermochronological invert calculation showed two rapid cooling (<100 ℃/Myr) phases of the HHC and the LHS in the late Miocene and the Pleistocene. With respect to this result, rapid exhumation is not only suggested in the Pleistocene, but also in the late Miocene. The former implies rapid exhumation of the HHC accompanied by reactivation of the MCT in the late Miocene, the latter implies rapid denudation accompanied by overthrusting of the hanging wall of the Main Himalayan Thrust (MHT).
Thermo-kinematic calculation results also suggest that the distribution of FT ages is well explained by exhumation process accompanied by the activity of the MHT. Furthermore, the kinematic model considering reactivation of the MCT in the late Miocene yields a better fit between predicted and observed ages than the model without reactivation, indicating agreement with reactivation of the MCT in late Miocene.

キーワード：ヒマラヤ、熱年代学、フィッション・トラック年代、削剥史、高ヒマラヤ変成岩類
Keywords: Himalaya, thermochronology, fission-track age, denudation history, Higher Himalayan Crystallilne

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東北日本弧前弧域における熱年代学的研究
Thermochronology on the fore-arc side of Northeast Japan Arc

*梶田 侑弥[1]、末岡 茂[2]、福田 将眞[1]、長谷部 徳子[3]、田村 明弘[4]、森下 知晃[4]、Kohn Barry[5]、横山 立憲[2]、田上 高広[1]
*Yuya Kajita[1], Shigeru Sueoka[2], Shoma Fukuda[1], Noriko Hasebe[3], Akihiro Tomoaki[4], Tomoaki Morishita[4], Barry P. Kohn[5], Tatsunori Yokoyama[2], Takahiro Tagami[1]

1. 京都大学大学院理学研究科、2. 日本原子力研究開発機構、3. 金沢大学環日本海域環境研究センター、4. 金沢大学理工学域自然システム学類、5. メルボルン大学地球科学科
1. Graduate School of Science, Kyoto University , 2. Japan Atomic Energy Agency, 3. Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, 4. Department of Sciences, Kanazawa University, 5. School of Earth Sciences, University of Melbourne

弧ー海溝系とは、活動的縁辺にあたるプレートの沈み込み帯において上盤プレートの縁辺にできる弧状の地形的高まりと海溝のことである。弧ー海溝系は島弧と陸弧に分類され、背弧海盆や縁海盆の有無により区別される。火山活動や地震等の地殻活動が盛んに生じている島弧は、造山帯・大陸の起源やプレート運動の変遷を解明する鍵として研究がされてきた（鳥海ほか編, 2018）

東北日本弧は海溝側から順に前弧、火山フロント、背弧、背弧海盆といった島弧に特徴的な構成単元が明瞭に見られるため、島弧のテクトニクスを考察するのに適した地域である。それゆえ、構造発達史について様々な研究がなされてきている（e.g. 天野・佐藤, 1989; 佐藤, 1992; Nakajima, 2013）。一方で、島弧のテクトニクスを議論する上で重要となる山地の定量的な隆起・削剥史に関する研究例は数が限られている。

山地の上下変動を定量的に推定する手法の一つとして、熱年代学が知られる。熱年代学とは、放射年代測定による年代値と、年代測定手法と鉱物の組み合わせに固有な閉鎖温度を利用することで、岩石の辿ってきた熱履歴を復元する学問領域である。さらに、様々な仮定を置くことで山地の隆起・削剥史の検討が可能である。世界の大規模な造山帯での研究では成功を収めてきた（Hermam et al., 2013）が、東北日本弧における熱年代学的手法の適用は近年本格化したばかりであり、報告例は少数に留まる（e.g. Sueoka et al., 2017, Fukuda et al., in press）。さらに、これらの先行研究は前弧、奥羽脊梁山地、背弧をそれぞれ１つのユニットとして捉えており、各ユニット内での詳細な熱史・削剥史に関する議論は十分でない。

そこで本研究は、東北日本弧前弧域に焦点を当て、基盤岩である花崗岩類が比較的広く分布する北上山地・阿武隈山地を対象として、それぞれの山地における詳細な熱史・削剥史の推定を目的に熱年代学的検討を行った。本研究では熱年代学的手法としてアパタイトフィッション・トラック（AFT）法、アパタイト(U-Th)/He（AHe）法、ジルコン（Zr）U-Pb法を適用した。AFT年代は北上山地で66.8～39.1 Ma、阿武隈山地で61.0～40.5 Maが得られた。AHe年代は北上山地で51.2～36.1 Ma、阿武隈山地で75.9～60.1 Maが得られた。Zr U-Pb年代は阿武隈山地で110.3～104.3 Maが得られた。また、本研究結果と先行研究のデータから、各山地の年代の傾向および削剥史を議論した。

北上山地において、AFT年代では、東に行くにつれて若くなる傾向が観測されたが、AHe年代では、最も古い西縁部を除けば、他の地点はほぼ同程度の年代が得られ，AFT年代のような傾向は見られなかった。一方、阿武隈山地では、AFT・AHe年代ともに畑川断層帯を境に年代値が東西で異なり、西側が若く、東側が古い年代のグループが見出された。各山地の削剥史を簡単に検討するため、全地点で一律な地温勾配を仮定すると、北上山地では東西で削剥史が異なり、隆起形態が時間変化している可能性を示唆した。また、阿武隈山地では、畑川断層帯の活動時期を制約する可能性のある情報が得られた。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

今後の課題としては、①追加分析による各手法における測定精度や確度の向上、②未分析地点での測定や新しい熱年代計（e.g. 宇宙線生成核種法）による分析の実施、③より詳細な熱史の推定のため、AFT法における熱史逆解析の実施、④北上山地・阿武隈山地における地温勾配の考察、隆起モデルやテクトニクスモデルの検討、などが挙げられる。

謝辞：本報告は経済産業省資源エネルギー庁委託事業「平成30年度地質環境長期安定性評価技術高度化開発」の成果の一部である。また、本研究は平成26-30 年度文部科学省新学術研究領域「異なる時空間スケールにおける日本列島の変形場の解明」（代表：鷺谷　威、課題 番号26109003）によって助成された。

キーワード：熱年代学、東北日本弧、阿武隈、北上
Keywords: Thermochronology, Northeast Japan Arc, Abukuma, Kitakami

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Argon diffusion in rocks - classical approach in view of heating and relaxation

Zwingmann Horst[1]、*兵藤 博信[2]
Horst Zwingmann[1], *Hironobu Hyodo[2]

1. 京都大学理学研究科地球惑星科学、2. 岡山理科大学自然科学研究所
1. KUEPS, Kyoto University, 2. Research Institute of Natural Sciences, Okayama University of Science

Since the development of the conventional K-Ar and subsequent 40Ar-39Ar dating methods fundamental noble gas diffusion processes in rocks were investigated including complex multi-scale and multi-path aspects in polyphase materials. Traditional models interpret the loss of radiogenic Argon due to an increase of temperatures. Hyodo (2017) proposed a new approach investigating the relaxation time and temperature relation within an “unclosure temperature” model. This model regards duration of a heating event as time for relaxation in a diffusion system at specific temperature. The model applies a functional form of mathematical approximation on fractional loss by diffusion. It allows fractional loss of certain amount of radiogenic 40Ar as long as the step heating model spectra in 40Ar-39Ar dating (plateau) maintains its original age within its age error. This new model approach is compared to a classical heating diffusion model (Huon et al., 1993) focusing on clay minerals (<10 and <2 μm) and larger muscovite grains (200 and 100 μm). The classical diffusion heating models applies three main parameters comprising a. grainsize (μm), b. temperature range (˚C) and c. time scale (Ma). The obtained results provide a unique insight to compare an active heating versus passive cooling time and temperature path of clay minerals and muscovite with applications for general earth sciences and economic geology such as hydrocarbon exploration.

Huon, S. et al., 1993. Mise en évidence au Maroc d'événements thermiques d'âge triascico-liasique liés à l'ouverture de l'Atlantique. Bulletin de la societe géologique de France, 164/2, 165–176.

Hyodo, H., 2017. Unclosure temperature of a mineral: Cylinder and plane geometry. Bull. Res. Inst. Nat. Sci. Okayama Univ. Sci., No.43, 13-18.

キーワード：K-Ar dating、diffusion、reheating
Keywords: K-Ar dating, diffusion, reheating

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

^{4}He/U-Th dating of pore waters from Quaternary sediments in Switzerland: potential and challenges

*Yama Tomonaga[1], Edith Horstmann[1], Gaudenz Deplazes[2], Rolf Kipfer[1]

1. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag), 2. National Cooperative for the Disposal of Radioactive Waste (Nagra)

Dating based on the ^{4}He/U-Th method is used to estimate the residence time of pore waters in very low-permeable rocks and consolidated sediments. The residence time is inferred from the time necessary to accumulate radiogenic ^{4}He measured in the pore water being produced by the decay of U and Th in the sediment matrix [1].
In the Jurassic Opalinus Clay, the pore water still contains remnants of the original marine formation water that was entrapped during sediment deposition. The pore water composition was altered only by diffusive processes [2,3]. The fact that even ~100-Ma-old water signatures can be preserved in their original pore space suggests that such preservation might also be possible in much younger dense glacial deposits. The ^{4}He concentrations measured in the pore waters of glacial tills were translated into mean residence times of 15-25 kyrs [4] that agree rather well with the expected depositional ages of 25-31 kyrs [5]. These observations, as well as evidence from lacustrine sediments [6,7], suggest that, if the solute transport in the pore space is sufficiently attenuated, even unconsolidated sediments can "store" and host "old" pore waters.
In the present work we investigate if the ^{4}He/U-Th dating of pore waters can be used as a novel tool to complement the luminescence dating of unconsolidated Quaternary sediments. We applied the ^{4}He/U-Th method to date pore waters in the time range of 10 to 100 thousands of years which covers the age range of the sedimentary depositions targeted by the Quaternary drillings (QBOs) managed by the National Cooperative for the Disposal of Radioactive Waste (Nagra) in Switzerland. In particular, we focus on fine-grained lacustrine sediment layers that might provide low-permeability conditions suitable for the preservation of radiogenic ^{4}He concentrations in the pore space.
We report the preliminary results of the ^{4}He/U-Th dating based on the measurements conducted in sediment samples from the first QBOs, highlighting potential and challenges of the method with respect to the studied glaciofluvial sediments of the Swiss Midland.

References

[1] Torgersen, T., Clarke, W.B. (1985). Helium accumulation in groundwater, I: an evaluation of sources and the continental flux of crustal ^{4}He in the Great Artesian Basin, Australia. *Geochim. Cosmochim. Acta 49*, 1211–1218.
[2] Gimmi T., Waber H. N., Gautschi A., Rübel A. (2007). Stable water isotopes in pore water of Jurassic argillaceous rocks as tracers for solute transport over large spatial and temporal scales. *Water Resour. Res. 43*(4).
[3] Mazurek, M., Alt-Epping, P., Bath, A., Gimmi, T., Niklaus Waber, H., Buschaert, S., et al. (2011). Natural tracer profiles across argillaceous formations. *Appl. Geochem. 26*(7), 1035–1064.
[4] Hendry, M. J., Kotzer, T. G., Solomon, D. K. (2005). Sources of radiogenic helium in a clay till aquitard and its use to evaluate the timing of geologic events. *Geochim. Cosmochim. Acta 69*(2), 475–483.
[5] Wassenaar L.I., Hendry M.J. (2000). Mechanisms Controlling the Distribution and Transport of ^{14}C in a Clay-Rich Till Aquitard. *Groundwater 38*(3), 343–349.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[6] Tomonaga, Y., Brennwald, M. S., Meydan, A. F., Kipfer, R. (2014). Noble gases in the sediments of Lake Van - Solute transport and palaeoenvironmental reconstruction. *Quat. Sci. Rev. 104*, 117–126.
[7] Tomonaga, Y., Brennwald, M. S., Kipfer, R. (2015). Attenuation of noble-gas transport in laminated sediments of the Stockholm Archipelago. *Limnol. Oceanogr. 60*(2), 497–511.

Keywords: pore water, noble gases, unconsolidated sediments

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Compound-specific radiocarbon analysis of lipid biomarkers in surface sediment from Lake Kawaguchi, central Japan

*山本 真也[1]、宮入 陽介[2]、横山 祐典[2]、菅 寿美[3]、小川 奈々子[3]、大河内 直彦[3]
*Shinya Yamamoto[1], Yosuke Miyairi[2], Yusuke Yokoyama[2], Hisami Suga[3], Nanako O. Ogawa[3], Naohiko Ohkouchi[3]

1. 山梨県富士山科学研究所、2. 東京大学大気海洋研究所、3. 海洋研究開発機構
1. Mount Fuji Research Institute, Yamanashi Prefectural Government, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Lake sediment in volcanic regions contains valuable information on past eruptive history, as well as environmental consequences that took place in the catchment along with volcanisms. In this study, we performed compound-specific radiocarbon analysis (CSRA) of lipid biomarkers in surface sediment from Lake Kawaguchi situated northern proximal to Mount Fuji, central Japan, including short-chain (C_{16}) and long-chain (C_{24}, C_{26} and C_{28}) fatty acids. The results are compared with the ^{14}C content of TOC, plant macrofossils (plant leaf and wood) and lake surface water in order to access their potential for dating tool in the lake sediment. The ^{14}C concentration of the long-chain (C_{24}, C_{26} and C_{28}) fatty acids ranged from −43 to −183‰, corresponding to ^{14}C ages between 288 to 1554 years BP. This indicates that these acids contain substantial pre-aged materials in addition to those emitted from contemporary plant leaf waxes. In contrast, the short-chain (C_{16}) fatty acids showed a good agreement with the ^{14}C concentration of lake surface water, suggesting that they are most likely derived from primary producers (diatom) in the present lake and have a potential to improve chronologies in the sedimentary sequence in which the occurrence of fossil leaves is rather limited.

キーワード：化合物レベル放射性炭素年代法、湖底堆積物、脂肪酸
Keywords: compound-specific radiocarbon analysis, lake sediment, fatty acid

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-MP 岩石学・鉱物学

2019年5月30日(木) 9:00 ~ 10:30 | 301B 3F

[S-MP32] 変形岩・変成岩とテクトニクス

コンビーナ:針金 由美子(産業技術総合研究所)、中村 佳博(国立研究開発法人産業技術総合研究所　地質調査総合センター)、座長:中村 佳博(産総研)、針金 由美子(産総研)

プレート境界における地殻，マントルのダイナミクスを理解するために幅広い分野から研究成果を募集します．岩石学的，構造地質学的貢献のみならず，流体を含んだ地殻・マントルのレオロジー，熱や物質輸送の力学など，様々な手法，対象の成果を総合的に議論します．

9:00 ~ 9:15

[SMP32-19] Thermal interaction of the lithosphere and asthenosphere revealed from internal variations of pressure-temperature history in orogenic peridotite complexes

*小澤 一仁[1]、 ガリド カルロス[2]、ヒダス カロリ[2]、ボディニエ ジャン・ルイ[3] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2.アンダルシア地球科学研究所、3.モンペリエ地球科学研究機構)

9:15 ~ 9:30

[SMP32-20] **Hydration and Ca-metasomatism in Mantle Wedge: An evidence from the Alag Khadny Accretionary Wedge, Western Mongolia**

*OTGONBAYAR DANDAR[1]、Atsushi Okamoto[1]、Masaoki Uno[1]、Noriyoshi Tsuchiya[1] (1.Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University)

9:30 ~ 9:45

[SMP32-21] **Attenuated Total Reflection Infrared (ATR-IR) Spectroscopy of Antigorite, Chrysotile and Lizardite**

*Ilona Talvikki Sakaguchi[1] (1.Nagoya University)

9:45 ~ 10:00

[SMP32-22] 南西インド洋海嶺Marion transform断層において採取された変形かんらん岩の構造岩石学的特徴

*柿畑 優季[1]、道林 克禎[2]、Dick Henry[3] (1.静岡大学大学院総合科学技術研究科、2.名古屋大学大学院環境学研究科、3.ウッズホール海洋研究所)

10:00 ~ 10:15

[SMP32-23] 一ノ目潟産スピネルカンラン岩捕獲岩から読み解くリソスフェア-アセノスフェア境界領域の構造と形成機構

*佐藤 侑人[1]、小澤 一仁[1] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)

10:15 ~ 10:30

[SMP32-24] 変成岩の縞構造と塑性不安定

*鳥海 光弘[1] (1.海洋研究開発機構)

Thermal interaction of the lithosphere and asthenosphere revealed from internal variations of pressure-temperature history in orogenic peridotite complexes

*小澤 一仁[1]、 ガリド カルロス[2]、ヒダス カロリ[2]、ボディニエ ジャン・ルイ[3]
*Kazuhito Ozawa[1], Carlos J. Garrido[2], Karoly Hidas[2], Jean-Louis Bodinier[3]

1. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2. アンダルシア地球科学研究所、3. モンペリエ地球科学研究機構
1. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, University of Tokyo, 2. Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (IACT), CSIC –UGR, Armilla, Granada, Spain, 3. Geosciences Montpellier, Montpellier, France

Dynamics of interaction between lithosphere and asthenosphere in their boundary zones (LABZ) plays an important role in transferring heat, material, and momentum from the earth’ s interior to the surface. Orogenic peridotites provide direct and high-resolution information for better understanding mantle processes taking place in the boundary zone. However, their exhumation obscure the information on dynamics operating in LABZ, while they could be driven and affected by processes taking place in and beneath the LABZ. This issue leads to ambiguity in the link between magmatism, relevant to whole-rock chemical characteristics, and exhumation of peridotite complexes, relevant to deformation and subsolidus reactions. Bodinier et al. (2008) actually pointed out two possible formation scenarios for plagioclase peridotites in orogenic peridotite complexes: subsolidus reaction from spinel peridotites and open magmatic processes in the plagioclase peridotite facies in the shallow mantle. In the context of lithosphere-asthenosphere interaction, it is crucial to discriminate these two possibilities. Spatial and temporal changes of pressure and temperature within an orogenic peridotite complex can be used to better constrain its history of decompression and magmatism. By exploiting the advantage of size of orogenic peridotite complexes, these data may provide valuable constraints on the LABZ dynamics.

Here, we examine internal variations of thermal and decompression history of three orogenic peridotite complexes: Ronda, Pyrénées, and Horoman. They exhibit diverse geological and petrologic characteristics providing an excellent chance of comparative study. The common feature of these orogenic peridotites is decompression from the garnet peridotite facies deeper than ~50km. In this study, we focus on garnet-related reaction microstructures, which are powerful tools to resolve pressure-temperature history because of their high hysteresis as compared with suppressed hysteresis of chemical zoning in minerals. Garnet and its breakdown products show contrasting features among the three. (1) Garnet was completely decomposed in both peridotite and pyroxenite lithologies in Horoman with formation of symplectite in slightly depleted peridotites; garnet rarely remains in both peridotite and pyroxenite lithologies with extensive formation of symplectite and kelyphite in Ronda; and garnet is completely decomposed into two-pyroxene spinel symplectite in peridotites but well preserved with partial formation of kelyphite rim and veinlets in pyroxenites in Pyrénées. (2) Coarse-grained granular olivine-plagioclase assemblage in both fertile peridotite and pyroxenites is common in Horoman; formation of olivine-plagioclase assemblage forming fine-grained intergrowth in fertile peridotites and pyroxenites is common with its extent being spatially variable in Ronda; and formation of olivine-plagioclase assemblage rarely in pyroxenites and very rarely in fertile peridotites in Pyrénées. These contrasts suggest: (1) high-temperature decompression path all through its ascent in Horoman; (2) low-temperature in deeper levels but relatively high-temperature decompression path in shallower levels in Ronda; and (3) high-temperature decompression path in deeper levels followed by rapid cooling in shallower levels in Pyrénées. Combined with pressure-temperature path deduced from chemical zoning and microstructure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

related to exsolution and dissolution in pyroxenes, we propose that the shallow high-temperature decompression of Ronda was caused by heating in the plagioclase peridotite facies and that the high-temperature decompression of Horoman by heating over a wide depth range deeper than the plagioclase peridotite facies. Pyrénées is probably intermediate of these two cases. The contrasting modes of thermal perturbation may imply different mechanisms of lithosphere-asthenosphere interaction, such as active upwelling vs. passive upwelling.

キーワード：リソスフェア・アセノスフェア境界、温度・圧力履歴、造山帯カンラン岩体
Keywords: lithosphere-asthenosphere boundary, pressure-temperature history, orogenic peridotite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Hydration and Ca-metasomatism in Mantle Wedge: An evidence from the Alag Khadny Accretionary Wedge, Western Mongolia

*OTGONBAYAR DANDAR[1], Atsushi Okamoto[1], Masaoki Uno[1], Noriyoshi Tsuchiya[1]

1. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University

Hydration and metasomatic reactions of mantle wedge play important roles on global material circulation and changes in physical properties along the plate interface within the subduction zone. Metasomatism is caused by specific components of fluids such as silica; however, our understanding on the relationship between hydration and metasomatism in mantle wedge is still limited. In this study, we report outstanding alteration textures of orthopyroxene as an evidence for significant Ca metasomatism within the mantle wedge, and its relation to the hydration processes.

The Alag Khadny accretionary wedge is located in the Chandman area, western Mongolia, Central Asian Orogenic Belt. The accretionary wedge is subdivided into northern and southern belts. The northern belt is consisted of orthogneiss bodies with layers of mica schists and paragneisses, including amphibolized eclogite, marble, and serpentinite bodies. The southern belt is composed mainly of serpentinized peridotite with minor ophicarbonates and limestone layer including lenses of epidote amphibolites. The ultramafic body mainly consists of harzburgite and lherzolite with minor dunite and its origin is interpreted as mantle wedge.

We collected 17 samples from the ultramafic body in southern belt of the Alag Khadny accretionary wedge in the Chandman area. The peridotites contain primary olivine (Ol), orthopyroxene (Opx), clinopyroxene (Cpx), and spinel. The peridotites were suffered from various extents of metasomatism and hydration. P-Olivine was replaced by antigorite with various extent, whereas primary Cpx was preserved without reactions. One of the notable features that is common in the peridotite is intense replacement of orthopyroxene (>60 vol.% was replaced). The mineralogy of the orthopyroxene replacement is divided into three types: secondary Cpx (S-Cpx) + tremolite (Tr), S-Cpx + tremolite (Tr) + S-olivine, S-Cpx. S-olivine shows lower Mg# (0.85-0.91) than the primary ones (Mg#=0.90-0.91), and S-Cpx shows the lower Al content and higher Mg# than the primary Cpx. Mass-balance calculation for the Opx pseudomorph showed the gains of Ca and water, and losses of silica, Mg and Fe. Due to the lack of Ca source in the primary minerals, significant amount of Ca metasomatism occurred induced by infiltration of the external fluids. The products of Ca metasomatism (S-Cpx, Tr) are commonly cut by antigorite veins, indicating that main hydration (antigorite formation) occurred after Ca metasomatism. The stability field of mineral assemblage of the Opx replacement was consistent with the P-T conditions of eclogite bodies in the Chandman area (T= 590-630 ˚C and P=11-16 kbar), implying that the hydration and metasomatism were caused by mantle wedge due to a supply of fluids derived from dehydration of the subducting slab.

Keywords: Ca metasomatism, Mantle Wedge, Orthopyroxene, Alag Khadny accretionary wedge

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Attenuated Total Reflection Infrared (ATR-IR) Spectroscopy of Antigorite, Chrysotile and Lizardite

*Ilona Talvikki Sakaguchi[1]

1. Nagoya University

Ilona Sakaguchi[1], Yui Kouketsu[1], Katsuyoshi Michibayashi[1], Simon Wallis[2]

[1]Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, [2]Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo

Distinguishing serpentine minerals antigorite, chrysotile and lizardite from a thin section can be challenging due to the similarity of their optical properties and chemical composition. Infrared spectroscopy (IR) is a method based on the characteristic absorption of infrared radiation by different chemical bonds. Since each serpentine mineral has a distinct crystal structure, infrared spectroscopy can be applied in serpentine mineral identification. Infrared radiation is also particularly strong in polar bonds making IR spectroscopy a powerful tool in studying serpentine mineral hydroxyl groups. Transmission infrared spectroscopy is the most widely used IR method but it requires time-consuming and arduous sample preparation. Using a newer method known as attenuated total reflection infrared spectroscopy (ATR-IR) can significantly reduce the sample preparation time since the measurements can be made directly from the surface of a normal thin section.

We applied the ATR-IR method to characterize antigorite, chrysotile and lizardite from samples from Mt. Shiraga serpentinite body, located in central Shikoku, SW Japan. The ATR-IR method proved to be a reliable and simple method to measure the infrared spectrum of serpentine minerals as there were clear differences in the absorbance band positions of the three serpentine minerals. However, we observed notable differences in the absorbance band positions and absorbance intensities of serpentine minerals between the ATR-IR measurements and transmission IR measurements published in previous studies. These results reflect the fact that the ATR-IR method is susceptible to spectral distortions that are caused by the dependence of absorbance intensity to wavelength and by anomalous dispersion of infrared radiation. On the other hand, spectral mapping is much more convenient in the ATR-IR method as measurements can be done from normal thin sections. We also used the ATR-IR method to map a sample with three co-existing serpentine minerals with interesting reaction textures.

ATR-IR spectroscopy, and especially ATR-IR mapping, has a lot of potential in the field of mineral spectroscopy and it could be applied in the study of a wide variety of serpentinite microstructures, such as veining and faulting. One possible research avenue would be to combine ATR-IR mapping of serpentinite microstructures to quantitative analysis of serpentine mineral hydroxyl group absorbance intensities.

Keywords: Attenuated total reflection infrared (ATR-IR) spectroscopy , Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), Sanbagawa metamorphic belt, Antigorite, Chrysotile, Lizardite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南西インド洋海嶺Marion transform断層において採取された変形かんらん岩の構造岩石学的特徴
Fabric and petrological characteristics of sheared peridotites in Marion transform fault, Southwest Indian Ridge

*柿畑 優季[1]、道林 克禎[2]、Dick Henry[3]
*Kakihata Yuki[1], Katsuyoshi Michibayashi[2], Henry Dick[3]

1. 静岡大学大学院総合科学技術研究科、2. 名古屋大学大学院環境学研究科、3. ウッズホール海洋研究所
1. Shizuoka University Graduate School of Science, 2. Nagoya University Graduate School of Environmental Studies, 3. Woods Hole Oceanographic Institution

南西インド洋海嶺は超低速拡大海嶺(1.4 mm/yr)であり，マントルの湧昇による熱の供給が少なく相対的に冷却の影響が大きくなることから，玄武岩質の薄い地殻が部分的に形成されるのみで海底に直接かんらん岩が露出している．南西インド洋海嶺に存在するMarion transform断層では1980年代以降ドレッジ調査が行われており，玄武岩や斑れい岩，かんらん岩が採取されてきた．

本研究では，1983年のPROTEA.5航海でMarion transform断層において採取されたかんらん岩7試料を用い，微細構造発達について考察を行った．かんらん岩試料はかんらん石，直方輝石，単斜輝石及び少量の角閃石，斜長石，緑泥石からなり，二次鉱物として蛇紋石や磁鉄鉱を含んでいた．かんらん岩は微細構造に基づいて，大部分が3-5 μmの極めて細粒な粒子からなるウルトラマイロナイト(2試料)と，変形した粗粒結晶と細粒化が進行して形成された基質からなる不均質な組織のテクトナイト(5試料)の2グループに分けられた．ウルトラマイロナイト中の3-5 μmの細粒は丸みを帯びており，一部に15 μm程度の比較的粗粒な伸長した粒子が見られた．一方不均質な組織のテクトナイトの基質中の粒子は多角形か不規則に伸長していた．どちらのかんらん岩にも亜粒界を伴うかんらん石粒子が存在し，相の混合が生じていた．かんらん石のMg#は89.5-91.2，スピネルのCr#は17.1-33.9であり，非常に肥沃な組成からやや枯渇した組成であった．角閃石はtremolite，magnesio-hornblende及びpargasiteの組成を示した．

ウルトラマイロナイト中には強く変形した角閃石粒子が含まれる一方，不均質な組織のテクトナイト中の角閃石は未変形なものから強く変形したものまで存在した．また，かんらん石の結晶方位ファブリックは，変形した角閃石を含む試料ではBタイプまたはEタイプであった．Bタイプ，Eタイプファブリックは水の存在下で形成されることが示されている．したがって本研究により，Marion transform断層下の上部マントルは剪断変形時に水の影響を強く受けていることが示される．更に，不均質な組織のテクトナイト中のかんらん石は粒子内歪が小さく，結晶方位の集中が見られない一方，ウルトラマイロナイト中では粒子内歪はやや大きく，結晶方位の明らかな集中が見られた．以上に基づくと，トランスフォーム断層下では，温度の低下と細粒化により不均質な組織のテクトナイトが形成され，更に温度低下と変形が進行することでウルトラマイロナイトが形成されたと考えられる．また，テクトナイトの細粒基質は主に粒界すべりと拡散クリープで，ウルトラマイロナイトは主に転位クリープで変形したことが示唆される．

キーワード：トランスフォーム断層、かんらん岩、変形機構
Keywords: transform fault, peridotite, deformation mechanism

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

一ノ目潟産スピネルカンラン岩捕獲岩から読み解くリソスフェア-アセノスフェア境界領域の構造と形成機構

Structure and formation mechanism of lithosphere-asthenosphere boundary decoded from Ichinomegata peridotite xenoliths

*佐藤 侑人[1]、小澤 一仁[1]
*Yuto Sato[1], Kazuhito Ozawa[1]

1. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻
1. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo

Lithosphere-asthenosphere boundary (LAB) is one of the largest discontinuities in mantle where heat transfer mechanisms change from conduction to convection (Sleep, 2005, 2006). Various formation mechanisms of LAB have been proposed and still controversial (Green et al., 2010; Hirschmann, 2010; Hirth & Kohlstedt, 1996; Karato, 2010, 2012; O’ Reilly & Griffin, 2006). Mantle xenoliths are fragments of mantle material (Nixon, 1987) and could have derived from the LAB zone and are useful to reconstruct its internal structure and to understand the ultimate cause of LAB zone and dynamic processes operated there. We have examined spinel peridotite xenoliths from Ichinomegata maar located in the back-arc side of NE Japan to address this issue (Sato & Ozawa, submitting to Ame. Min.; Sato & Ozawa, 2017, 2018, JpGU meeting; Sato & Ozawa, 2016, 2017, AGU fall meeting). We succeeded in reconstructing the structures and clarifying the formation mechanism of the LAB zone beneath Ichinomegata.

Ichinomegata maar is a latest Pleistocene andesitic-dacitic volcano yielding spinel peridotite xenoliths (Katsui et al., 1979). Diversities of thermal, chemical, rheological, and petrological features of the xenoliths have been documented by previous studies (e.g., Kuno, 1967; Kuno & Aoki, 1970; Takahashi 1980, 1986; Koyaguchi, 1986; Tanaka & Aoki, 1981; Abe et al., 1992, 1998; Abe & Yamamoto, 1999; Satsukawa & Michibayashi, 2014; Satsukawa et al., 2017). Despite the numerous data, the derivation depths of the xenoliths have never been seriously examined. We devoted our effort to geothermobarometry of spinel peridotite xenoliths, and successfully estimated derivation pressures and temperatures ranging 0.7-1.6 GPa and 828-1081 ˚C for 8 of the 9 examined xenoliths by examining the time scale of development of every chemical zoning to identify minerals, mineral portions, and chemical species attaining equilibrium as close as possible just before the xenolith extraction.

Various depth variations were clarified. The shallow mantle, ranging from 28 to 32 km, is characterized by low temperature, granular, and plagioclase- and amphibole-bearing mantle, and the deep mantle, from 41 to 55 km, by high temperature, porphyroclastic, and plagioclase- and amphibole-free and melt-bearing mantle. It is notable that the sample-derived solidus condition coincides with the depth of change of deformation microstructures. This indicates that the wet solidus controls rheological LAB zone beneath Ichinomegata. We infer that the shallow zone corresponds to lithospheric mantle and the deep zone to LAB zone.

Intimate correlations between the depth variations of absence or presence of plagioclase and amphibole and geochemical data obtained by previous studies (e.g., Tanaka & Aoki, 1981; Abe et al., 1998) enable us to reconstruct geochemical depth variation; clinopyroxene and whole-rock of plagioclase- and amphibole-bearing shallower peridotites are characterized by light rare earth element (LREE) depleted patterns, low $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratios (~0.7027-0.7030), and high $^{143}Nd/^{144}Nd$ ratios (~0.5133-0.5134); in

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

contrast, those of plagioclase- and amphibole-free and melt-bearing deeper peridotites by LREE enriched patterns, high $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratios (~0.7033-0.7047), and low $^{143}Nd/^{144}Nd$ ratios (~0.5125-0.5130).

Previous studies attributed geochemical diversity to local magma-related processes beneath MOHO (e.g., Takahashi, 1980; Abe et al., 1992). However, the systematic depth variations of geochemistry indicate a larger-scale stratification of the upper mantle beneath Ichinomegata. We infer that the shallower geochemically depleted mantle represents oceanic lithosphere formed during Japan Sea opening and that the deeper enriched mantle represents LAB zone which formed recently through lithosphere thinning by asthenospheric upwelling. A similar scenario was proposed by Ohki et al. (1994) on the basis of temporal variations of Nd-Sr isotopes from Middle Miocene.

キーワード：リソスフェア-アセノスフェア境界領域、温度圧力推定、スピネルカンラン岩捕獲岩、マントル構造
Keywords: lithosphere-asthenosphere boundary zone, geothermobarometry, spinel peridotite xenolith, mantle structure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

変成岩の縞構造と塑性不安定
Metasomatic banding and deformation instability in the metamorphic rocks

*鳥海 光弘[1]
*mitsuhiro toriumi[1]

1. 海洋研究開発機構
1. Japan agency of marine science and technology

Low grade metamorphic rocks formed in the plate boundary commonly show mineral bands composed of albite, amphiboles, chlorite and epidote in basic schists, and of chlorite, albite and quartz in pelitic schists. These bands are almost monomineralic and bimineralic and parallel to subparallel against schistosity plane. Judging from the orientation of bands nearly normal to the maximum stress direction, it seems that the banding is derived from compaction banding/porosity banding induced from the non-linearity of microcrack plasticity (Toriumi and Hara, 1995), elastic modulus (Fortin et al., 2009) and preferred orientation growth of chlorite and actinolite.
In this model, the low grade metamorphic rocks deform accompanied with progressive banding of low porosity and with migration of water vertical to the banding, and it induces stability change of solution and metamorphic minerals. Chlorite may favor the compaction bands but albite does porous bands. This type of yielding shoud lower the yield stress and then the deformation instability may occur in the metasomatic process in the plate boundary rocks.
Toriumi, M., and Hara, E., 1995, Tectonophysics, 245,249-261
Fortin, J., Stanchits,S., Dresen, G., Gueguen, Y., 2009, PAGEO, Doi 10.1007/s00024-009-0479-0

キーワード：変成岩の縞構造、圧密縞、変形不安定
Keywords: metamorphic banding, compaction banding, deformation instability

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

2019年5月30日(木) 9:00 ~ 10:30 | A07 東京ベイ幕張ホール

[S-VC34] Connecting magma dynamics in vent-conduit system with surface expression of volcanic eruption

コンビーナ:三輪 学央(防災科学技術研究所)、下司 信夫(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)、座長:三輪 学央、Jacopo Taddeucci

Magma dynamics within a shallow conduit system control the diversity of behavior of volcanic eruptions. Recent advancements in geophysical, airborne and ground-based observation techniques provide quantitative data about the dynamic behavior of volcanic eruptions. New analytical methods of the macro and microtextures of eruptive products also open new insights on detailed dynamics of magmas within conduit. The aim of this session is the integration of these new techniques to approach the dynamics of magma ascending from a shallow part of conduit to vent. This session seeks submissions that explore magma dynamics controlling the behaviors of volcanic eruption by integrated investigation of 1) degassing, outgassing, crystallization, and fragmentation of ascending magma, 2) emission and recycling of eruptive product, and 3) morphological characterization of the vent-conduit system. We encourage contributions based on textural-petrological analyses of eruptive product, experimental study reproducing magma in the conduit, geophysical observation on surface expression of volcanic eruption, and related numerical modeling.

9:00 ~ 9:15

[SVC34-01] An experimental basis for estimating particle properties following volcanic ash emissions

★Invited Papers

*Adrian Hornby[1]、Ulrich Kueppers[1]、Hanna Horsch[2]、Paul Ayris[1]、Nick Varley[3]、Daniele Andronico[4]、Boris Behncke[4]、Yan Lavallée[5]、Jackie E Kendrick[5]、James Utley[5]、Amy Hughes[5]、David Damby[6]、Benedikt Maurer[1]、Marlin Juchem[1]、Donald B Dingwell[1] (1.Ludwig-Maximilians-Universität München, DE、2.Hazen Research, Golden, USA、3.University of Colima, MX、4.INGV Catania, IT、5.University of Liverpool, UK、6.USGS Cascades Volcano Observatory, USA)

9:15 ~ 9:30

[SVC34-02] **Vapor transport in shallow intruded magmas: insights from diktytaxitic texture**

*櫻井 亮輔[1]、中村 美千彦[2]、奥村 聡[2]、無盡 真弓[2]、中谷 貴之[2] (1.東北大学理学部地球惑星物質科学科、2.東北大学大学院理学研究科地学専攻地球惑星物質科学講座)

9:30 ~ 9:45

[SVC34-03] First observation of nanolites and ultrananolites in alkaline volcanic glasses (Eifel, Germany)

*Marija Putak Juricek[1]、Michihiko Nakamura[2]、Mayumi Mujin[2]、Hans-Ulrich Schmincke[3]、Mari Sumita[3]、Nobuyoshi Miyajima[1] (1.BGI、2.Tohoku Univ.、3.GEOMAR)

9:45 ~ 10:00

[SVC34-04] Textural Study of Pumice Clasts from The Youngest Toba Tuff Eruption

*Gabriela Nogo Retnaningtyas Bunga Naen[1]、Atsushi Toramaru[1]、Tomoharu Miyamoto[1]、Haryo Edi Wibowo[2] (1.Department Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Sciences, Kyushu University, Nishiku, 744, Motooka, Fukuoka, 819-0395, Japan、2.Geological Engineering Department, Universitas Gadjah Mada, 55284, Yogyakarta, Indonesia)

10:00 ~ 10:15

[SVC34-05] **Oomurodashi volcano: Past effusive and phreatomagmatic activity revealed by submarine and subaerial deposits**

*Iona McIntosh[1]、Kenichiro Tani[2]、Alexander Nichols[3]、Qing Chang[1]、Jun-Ichi Kimura[1] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Yokosuka、2.National Museum of Nature and Science,

Tsukuba、3.University of Canterbury, Christchurch, New Zealand)

10:15 ~ 10:30

[SVC34-06] Mechanism of volatile transport from mafic to silicic magma upon mixing

*吉村 俊平[1]、松本 亜希子[1]、中川 光弘[1] (1.北海道大学・地球惑星科学)

An experimental basis for estimating particle properties following volcanic ash emissions

*Adrian Hornby[1], Ulrich Kueppers[1], Hanna Horsch[2], Paul Ayris[1], Nick Varley[3], Daniele Andronico[4], Boris Behncke[4], Yan Lavallée[5], Jackie E Kendrick[5], James Utley[5], Amy Hughes[5], David Damby[6], Benedikt Maurer[1], Marlin Juchem[1], Donald B Dingwell[1]

1. Ludwig-Maximilians-Universität München, DE, 2. Hazen Research, Golden, USA, 3. University of Colima, MX, 4. INGV Catania, IT, 5. University of Liverpool, UK, 6. USGS Cascades Volcano Observatory, USA

In recent years, mitigating the impact of volcanic ash emissions has risen up political and research agendas. Despite intense research efforts, challenges remain as to the detection and forecasting of emissions, and subsequent interactions in the earth system. Monitoring instruments and ash dispersal models usually require the input of volcanic ash properties in order to operate effectively, however forensic methods are poorly suited to volcanic eruptions where near-real-time data is required, and default values are commonly used. Here, we take an experimental approach to demonstrate that the surface composition and the initial size and shape distribution of volcanic ash particles depends upon (i) the initial rock texture, chemistry and mineralogy and (ii) the fragmentation processes that produced the particles.

We compare natural pyroclasts produced during recent eruptive activity at Volcán de Colima, Mt Etna, Santiaguito, Mt Agung and Tungurahua, with particles produced in fragmentation experiments using fresh rock samples from Volcán de Colima and Mt Etna. Sets of experiments were conducted under varying conditions in shock tube, tumbling and fault friction apparatuses to simulate natural eruption processes. Using QEMSCAN, an SEM-based automated mineralogy technique, we produce micron-scale maps showing the size, shape and phase distribution of thousands of ash particles in each sample. We measure particle size-, shape- and phase distribution in each sample and show that particle sizes and shapes show characteristic variation between different experimental methods and eruptive activity. Some phases, particularly groundmass glass (or tachylite), feldspars and pyroxenes are found to vary significantly at particles boundaries compared to the bulk. The pattern of enrichment and depletion of phases is shown to relate to the fragmentation mechanism and the rock texture at the macro- and micro-scale, and correlations between experimental and natural samples indicate a robust signal.

Volcanic ash presents unique hazards to aviation, health and the environment and better constraints on ash particle properties immediately following activity may improve estimations of the intensity and spatial extent of ash-related hazards. Our results may benefit local hazard management, monitoring and forecasting efforts at the case study volcanoes.

Keywords: Volcanic ash, Fragmentation processes, Experimental volcanology, Hazards, Ash dispersal and monitoring, QEMSCAN

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Vapor transport in shallow intruded magmas: insights from diktytaxitic texture

*櫻井 亮輔[1]、中村 美千彦[2]、奥村 聡[2]、無盡 真弓[2]、中谷 貴之[2]
*Ryosuke Sakurai[1], Michihiko Nakamura[2], Satoshi Okumura[2], Mayumi Mujin[2], Takayuki Nakatani[2]

1. 東北大学理学部地球惑星物質科学科、2. 東北大学大学院理学研究科地学専攻地球惑星物質科学講座
1. Division of Earth and Planetary Materials Science, Faculty of Science, Tohoku University, 2. Division of Earth and Planetary Materials Science, Department of Earth Science, Graduate School of Science, Tohoku University

Volcanic ashes from Vulcanian explosions derived from shallow-intruded magmas and dome lavas often include microporous and glass-free groundmass in which lath-shaped plagioclase microlites form angular voids. Such texture, generally described as diktytaxitic texture, is known to control the permeability of bulk rock significantly when the connected porosity of bubbles and cracks is small (Kushnir et al., 2016). How and under what conditions diktytaxitic texture is formed is, however, not precisely known. In this study we simulated the formation of diktytaxitic groundmass through a series of isobaric-isothermal (IBIT) crystallization experiments in order to clarify its formation kinetics. As a result, diktytaxitic texture was formed at 850 and 900℃ and at 10 and 20 MPa, and almost entire groundmass became diktytaxitic (i.e. glass-free) in the experiment kept at 850℃ and 20 MPa for 189 h. At 850℃ and 10 MPa for >24 h, interstitial melt completely disappeared to form the groundmass composed of feldspar microlites with angular voids. Cristobalite crystals were found in the groundmass and on the interior walls of capsules. The glass compositions form liner trends between the plagioclase microlites and the precipitated silica on the SiO_2-Al_2O_3 diagram. These observations indicate that evaporation of SiO_2-rich melt and condensation of cristobalite are the dominant process for the formation of microporous groundmass characteristic of dixtytaxitic texture. The wide range of K_2O contents in the glass can be explained as a result of vapor-phase growth of ~10 μm K-feldspar microlites in the diktytaxitic groundmass. Hence, we conclude that diktytaxitic texture is formed through (1) enrichment of silicon and potassium in the melt by microlite crystallization, (2) evaporation of SiO_2-rich constituents from the melt accompanied by breakage of Si-O covalent bond, and (3) precipitation of cristobalite and K-feldspar from vapor. The present study indicates that the late stage magma crystallization in shallow intrusions and lava domes proceeds dominantly through a vapor phase.

キーワード：結晶化実験、蒸発凝縮作用、クリストバライト、ディクティタキシティック組織、気相成長、溶岩ドーム
Keywords: crystallization experiment, evaporation-condensation, cristobalite, diktytaxitic texture, vapor-phase growth, lava dome

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

First observation of nanolites and ultrananolites in alkaline volcanic glasses (Eifel, Germany)

*Marija Putak Juricek[1], Michihiko Nakamura[2], Mayumi Mujin[2], Hans-Ulrich Schmincke[3], Mari Sumita[3], Nobuyoshi Miyajima[1]

1. BGI, 2. Tohoku Univ., 3. GEOMAR

Nanolites are the smallest, less than <1 μm wide, crystals observed in groundmass of volcanic rocks. They are believed to be the last solid phases that crystallize from the melt during eruptions. Understanding mechanisms of nucleation and subsequent growth of nanolites could potentially provide information about the physiochemical conditions of magma just prior to eruption.

Since nanolite studies are scarce in literature and experimental observation of crystal nucleation and growth is challenging, few constraints on kinetics of nanolite crystallization are available at present. Furthermore, previous studies have investigated nanolites from exclusively calc-alkaline volcanic products. Since melt composition may have a significant effect on crystal nucleation and growth, detailed and systematic descriptions of nanolites occurring in eruptive products of different magma series are required.

The purpose of this study is to present a preliminary overview of nanolite nucleation and growth mechanisms in alkaline melts. Due to high concentrations of network modifying Na and K atoms and considerable volatile budgets, alkaline magmas have very low viscosities. As chemical diffusion is highly dependent on viscosity, nucleation and growth of nanolites in alkaline melts may be governed by different mechanisms from those observed in previous studies.

Variously differentiated samples produced by different eruption styles were collected from West and East Eifel Volcanic Fields (Germany). Samples were observed using a combination of polarized microscopy, FE-SEM and TEM.

Preliminary observation suggests that average nanolite nucleation density in mafic and ultramafic Eifel samples is noticeably higher in comparison to calc-alkaline rocks. In general, nanolites in alkaline eruptive products display a wide range of morphologies with a tendency towards acicular and dendritic habits. Examples of both homogeneous and heterogeneous nucleation were observed. The most abundant phase in the nanolite population of mafic and ultramafic samples is magnetite. The only highly differentiated sample, a phonolitic glass, contained very few nanolites.

In a recently published experimental study it was suggested that precipitation of magnetite nano-crystals may increase magma viscosity by modifying the melt composition. Considering the abundance of magnetite nanolites in Eifel scoria fragments, these magmas may have experienced a severe viscosity increase at shallow crustal levels. We suspect that the presence of extensive interconnected networks of acicular and dendritic magnetite nanolites may have mechanically impeded magma flow as well, contributing to the explosive nature of Eifel eruptions that was previously attributed to magma-water mixing.

Keywords: nanolites, alkaline, nucleation, dendrites

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Textural Study of Pumice Clasts from The Youngest Toba Tuff Eruption

*Gabriela Nogo Retnaningtyas Bunga Naen[1], Atsushi Toramaru[1], Tomoharu Miyamoto[1], Haryo Edi Wibowo[2]

1. Department Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Sciences, Kyushu University, Nishiku, 744, Motooka, Fukuoka, 819-0395, Japan, 2. Geological Engineering Department, Universitas Gadjah Mada, 55284, Yogyakarta, Indonesia

Toba Caldera Complex, North Sumatra, Indonesia is well known as the largest Quaternary caldera (87×33 km) that formed by four major eruptions with magnitude of VEI 8 among which the biggest one is the latest eruption of the Youngest Toba Tuff (YTT) about 74,000 years ago. The conduit dynamics of Toba caldera forming eruption is still poorly understood. Bubbles in pumice, which are produced by an explosive eruption possibly record dynamic processes in the conduit during eruption. This textural study aims to estimate the decompression rate of the biggest event of Toba eruption (YTT) by using textural data from Bubble Number Density (BND) together with geochemical, petrographical, grain size distribution (GSD), and bulk density data. In general, only a few data of decompression rate from caldera forming eruption events are available because the products were mostly welded and the original texture has been erased. Meanwhile, Toba eruption produced non-welded to welded deposit. Therefore, we focus on the nonwelded part of the biggest Quaternary caldera forming eruption localized on the northern part of the caldera in order to extract the original condition of the bubble formation. Samples from three different locations were employed for the analyses. Whole rock geochemical data of pumices were obtained by XRF. Petrography analysis for 21 thin sections were conducted using optical microscope. Bulk density measurement for 338 individual pumices with the size range of 4-8 mm and 8-16 mm were conducted using Laser 3D scanner. Textural analysis was carried out for 6 particles of 3 selected thin sections using microphotographs taken by SEM and further analyzed using image processing software. Geochemical data showed that the YTT magma is rhyodacitic to rhyolitic in whole rock compositions with the narrow range of SiO_2 (69.15 - 72.17 wt. %). Phenocrysts are plagioclase, biotite, quartz, and sanidine, most of which are fractured. The vesicle has a variety in size from 2.5 μm to 97 μm and in shape from rounded, elongated, to complex. GSD for each location are dominated by fine size (phi=1). Bulk density of individual pumice ranges from 0.4 to 1.1 gcm^{-3}. BND calculation were done in carefully selected area where is uniform in size of bubbles to represent samples in estimating the decompression rate in the conduit. BND value ranges from 10^5 - 10^7 mm^{-3} showing a wide range of BND magnitude. Qualitatively, higher magnitude of BND is correlated with higher silica content, higher frequency of crystal fracture, complex vesicle shape, smaller vesicle size, and lower bulk density, and vice versa . The decompression rate was calculated using the BND decompression rate meter from Toramaru (2006). The result showed that Toba caldera forming eruption has high decompression rate ranging from 10^7 –10^8 Pa/s. Those fact shows that Toba experienced with rapid decrease of pressure in the conduit. Moreover, this idea could be an important factor to reveals the conduit dynamic system of YTT super eruption.

Keywords: Toba Caldera, Pumice of the Youngest Toba Tuff (YTT), Textural Study, Conduit Dynamics, Bubble Number Density, High Decompression Rate

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Oomurodashi volcano: Past effusive and phreatomagmatic activity revealed by submarine and subaerial deposits

*Iona McIntosh[1], Kenichiro Tani[2], Alexander Nichols[3], Qing Chang[1], Jun-Ichi Kimura[1]

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Yokosuka, 2. National Museum of Nature and Science, Tsukuba, 3. University of Canterbury, Christchurch, New Zealand

Oomurodashi is a recently discovered active, shallow (~140 mbsl), silicic submarine volcano in the northern Izu-Bonin arc, only 60 km from the entrance to Tokyo Bay. Past activity at Oomurodashi spans a wide range of eruption styles and includes small lava effusions, submarine pumice, and subaerial tephra deposits on nearby Izu-Oshima and Toshima islands. Here we present volatile and textural data that reveal contrasting degassing, quench and fragmentation processes occurring in the shallow conduit and overlying water column.

H_2O data for pumiceous pyroclasts and lavas were obtained using new Fourier Transform Infrared spectroscopy (FTIR) analytical techniques for vesicular and hydrated glasses. Although the Oomurodashi glasses are extensively hydrated, the interconversion of H_2O species (i.e. molecular water, H_2O_m, and hydroxyl groups, OH) stops at the glass transition temperature, and low temperature hydration occurs via diffusive addition of H_2O_m only, leaving OH contents unchanged. OH data can therefore be interpreted according to the known pressure-dependence of H_2O solubility and temperature dependence of H_2O speciation.

Pumice clasts within the subaerial tephra layer have OH contents that are consistent with quench fragmentation at depths of ~60 –150 m depth within the shallow edifice. Moreover, the majority of this tephra deposit consists of ‘mosslike’ particles formed by annealing of extremely fine-grained material, which are typically formed by explosive phreatomagmatic activity. We therefore propose that this tephra represents the distal deposits from the explosive formation of the shallow (~100 m depth) summit crater by a shallow submarine, phreatomagmatic maar-type eruption.

By contrast, two in situ submarine lavas have lower OH contents than expected for their current water depths. Comparison with past sea level variation suggests that these effusive eruptions occurred at ~8-9 and ~12 ka during times of lower sea level. Loose submarine pumice also sampled from the edifice has a range of OH contents and vesicularities, reflecting different quench depths and dispersal histories within the water column.

Keywords: Submarine volcanism, FTIR, Volatiles, Magma fragmentation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Mechanism of volatile transport from mafic to silicic magma upon mixing

*吉村 俊平[1]、松本 亜希子[1]、中川 光弘[1]
*Shumpei Yoshimura[1], Akiko Matsumoto[1], Mitsuhiro Nakagawa[1]

1. 北海道大学・地球惑星科学
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Hokkaido University

Introduction
Deep-derived, high-temperature mafic magma often injects into shallow-stored, low-temperature silicic magma, producing either well-mixed intermediate magma or mafic enclaves floating in host magma. Volatile transport from mafic to silicic magma accompanies magma mixing, and it may control volcanic activity (e.g., Roberge et al., 2009). However, the detailed mechanism of such volatile transport is unclear. In this study, we investigated how the gas was generated in mafic magma and transported to the silicic magma based on S and Cl analysis of Atchiyama rhyolitic lava that contains abundant basaltic enclaves.

Method
We observed Atchiyama biotite-rhyolite lava that erupted 1600 BP in Niijima Island (Isshiki, 1997), and analysed compositions of host rhyolite and basaltic enclaves. Cl mapping analysis was also performed on the area of enclave-host boundary to track the volatile transfer paths.

Results and discussion
Basaltic enclaves exhibited fine-grained groundmass composed of dendritic crystals, rhyolitic interstitial melt, and bubbles. The interstitial melt, which was compositionally distinguishable from the host rhyolite, was S-free (<50 ppm) and Cl-rich (1200 ppm). Melt inclusion analysis showed that the initial basaltic melt before mixing was S-rich (~4000 ppm) and Cl-poor (~430 ppm). These observations indicate that the basaltic magma cooled and crystallised rapidly upon injection, and the interstitial rhyolitic melt was produced as a result of crystallisation fractionation. Crystallisation-induced vesiculation (second boiling) occurred and S degassed completely, while Cl was concentrated in the interstitial melt.
Groundmass glass of host rhyolite was S-free and Cl-poor (~800 ppm). However, Cl mapping analysis revealed that the Cl content increased to 1200 ppm near the enclave margin. In addition, finger-like veins containing vapour-phase crystals developed from the enclave to far afield in host rhyolite, and the Cl content was also high near such veins. All these observations indicate that S- and Cl-rich gas was generated in crystallising enclave, and it was transported to the host rhyolitic magma via gas flow and diffusion.

キーワード：マグマ、混合、揮発性成分
Keywords: magma, mixing, volatile

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | A07 東京ベイ幕張ホール

[S-VC34] Connecting magma dynamics in vent-conduit system with surface expression of volcanic eruption

コンビーナ:三輪 学央(防災科学技術研究所)、下司 信夫(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)、座長:下司 信夫(産総研　活断層・火山研究部門)、Adrian Hornby(Ludwig-Maximilians-University Munich)

Magma dynamics within a shallow conduit system control the diversity of behavior of volcanic eruptions. Recent advancements in geophysical, airborne and ground-based observation techniques provide quantitative data about the dynamic behavior of volcanic eruptions. New analytical methods of the macro and microtextures of eruptive products also open new insights on detailed dynamics of magmas within conduit. The aim of this session is the integration of these new techniques to approach the dynamics of magma ascending from a shallow part of conduit to vent. This session seeks submissions that explore magma dynamics controlling the behaviors of volcanic eruption by integrated investigation of 1) degassing, outgassing, crystallization, and fragmentation of ascending magma, 2) emission and recycling of eruptive product, and 3) morphological characterization of the vent-conduit system. We encourage contributions based on textural-petrological analyses of eruptive product, experimental study reproducing magma in the conduit, geophysical observation on surface expression of volcanic eruption, and related numerical modeling.

10:45 ~ 11:00

[SVC34-07] The in-flight grain size distribution of lapilli and bombs from Strombolian explosions

*Jacopo Taddeucci[1]、Piergiorgio Scarlato[1]、Elisabetta Del Bello[1]、Tullio Ricci[1]、Ulrich Kueppers[2]、Bruce Houghton[3] (1.Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Rome, Italy、2.Department of Earth and Environmental Sciences. Ludwig-Maximilians-Universität (LMU). Munich, Germany、3.Department of Earth Sciences, University of Hawai‘i at Mānoa, Honolulu, USA)

11:00 ~ 11:15

[SVC34-08] **Pyrrotite oxidation as a proxy for air entrainment in eruption columns**

*松本 恵子[1]、中村 美千彦[2] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター、2.東北大学大学院理学研究科)

11:15 ~ 11:30

[SVC34-09] **Thermal signals in volcano monitoring: combining MODIS-MIROVA data with ground-based measurements at Aso Volcano, Japan**

*Corrado CIGOLINI[1]、Akihiko Yokoo[2]、Diego Coppola[1]、Marco Laiolo[1] (1.Department of Earth Sciences, University of Torino, Italy、2.Aso Volcanological Laboratory, Institute for Geothermal Sciences, Kyoto University, Japan)

11:30 ~ 11:45

[SVC34-10] Magma transfer processes in the NE Japan arc: insights from crustal ambient noise tomography combined with volcanic eruption records

*Georg F Zellmer[1]、Kai-Xun Chen[2]、Yuancheng Gung[2]、Ban-Yuan Kuo[3]、Takeyoshi Yoshida[4] (1.Massey University, Palmerston North, New Zealand、2.National Taiwan University, Taipei, Taiwan、3.Academia Sinica, Taipei, Taiwan、4.Tohoku University, Sendai, Japan)

11:45 ~ 12:00

[SVC34-11] **STRATIGRAPHY RENEWAL, MAGMA CHAMBER STRATIFICATION, AND CONDUIT PROCESS OF THE 1815 TAMBORA CALDERA FORMING ERUPTION**

*Indranova Suhendro[1]、Atsushi Toramaru[1]、Yasuo Miyabuchi[2]、Tomoharu Miyamoto[1] (1.Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Sciences, Kyushu University, Japan、2.Faculty of Advanced Science and Technology, Kumamoto University, Kurokami 2-40-1, Chuo-ku, Kumamoto 860-8555, Japan)

12:00 ~ 12:15
Discussion

The in-flight grain size distribution of lapilli and bombs from Strombolian explosions

*Jacopo Taddeucci[1], Piergiorgio Scarlato[1], Elisabetta Del Bello[1], Tullio Ricci[1], Ulrich Kueppers[2], Bruce Houghton[3]

1. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Rome, Italy, 2. Department of Earth and Environmental Sciences. Ludwig-Maximilians-Universität (LMU). Munich, Germany, 3. Department of Earth Sciences, University of Hawai‘i at Mānoa, Honolulu, USA

Grain size distribution is one of the fundamental physical parameters of pyroclastic deposits, key to understanding both magma fragmentation and tephra emplacement processes during an explosive eruption. Most commonly, the grain size distribution of pyroclasts from one eruption is obtained from field sampling and analysis of the resulting tephra deposit; integration of multiple analyses gives a total grain size distribution. In this process it is often assumed that the grain size distribution of the deposit reflects that of the assemblage of pyroclasts that left the eruptive vent. However, observations suggest that multiple processes may act to change the size of erupted pyroclasts during their emplacement, so that the grain size distribution of a deposit may differ, to a variable degree, from that at the vent. Here, we use high-speed imaging to measure the in-flight grain size distribution of pyroclasts for the first tens of meters above an eruptive vent.

We focus on lapilli and bombs from Strombolian- explosions at Stromboli volcano (Italy) in September 2018. At that time, multiple, well-collimated jets with incandescent pyroclasts and no visible ash erupted from a vent about one meter in diameter and in plain view. The activity was recorded by using a high-speed camera filming with a temporal and spatial resolution of 500 frames per second and 0.012 m/pixel, respectively. The high-speed videos were pre-processed for background subtraction, then thresholded for gray level intensity, and finally the individual particles measured for their 2-D size and shape by using image processing. Particle velocity and size was also measured using particle tracking algorithms.

In a parametric study, the effect of different thresholding levels and frame sampling has been investigated. The results define the best parameters and the most effective truncation limits of the measured grain size distributions. Modal values of the grain size are broadly centered around the phi -4 to -5 size classes (16-32 mm) by particle number and the phi -5 to -6 size classes (32 to 64) by particle mass, respectively. The grain size distribution of erupted pyroclasts shifts considerably over time, with smaller clasts being ejected at the beginning of an explosion, and larger median diameters recorded at instants of higher pyroclast volume fluxes.

These results highlight the complexity and variability of the erupted size distributions at the vent, but also the need for a careful assessment of analytical error and methodological limitations.

Keywords: strombolian, explosion, grain size distribution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Pyrrotite oxidation as a proxy for air entrainment in eruption columns

*松本 恵子[1]、中村 美千彦[2]
*Keiko Matsumoto[1], Michihiko Nakamura[2]

1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター、2. 東北大学大学院理学研究科
1. Geological Survey of Japan, The National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 2. Faculty of Science, Tohoku University

Entrainment of air by turbulent mixing into eruption columns is a primary control of explosive eruption styles. Pyrrhotite (Po; $Fe_{1-x}S$) in erupted materials is oxidized to form magnetite (Mt) and hematite (Hm) at the oxygen fugacity (fO_2) on the Earth's surface and at magmatic temperature. Degree of Po breakdown has been proposed as a proxy for magma oxidation and cooling by entrained air through examination of the Plinian pumice and lavas from the 1914 eruption at Sakurajima volcano (VEI4). To verify and further investigate the potential use of Po oxidation for estimating eruption intensities from pyroclasts, we have examined the pumice clasts from three andesitic explosive eruptions with similar magmatic temperature and different eruption intensity: the 1783 Plinian eruption of the Asama volcano (VEI4), the 2011 sub-Plinian eruption of the Shinmoedake volcano (VEI2) and the 2010 Vulcanian explosion of the Sakurajima volcano (VEI1).
Mineral phases of magmatic sulfide and occurrence of pseudomorph (Mt and Hm) are different among the three eruption samples. Po is observed in the groundmass of the pumice from the Asama 1783 eruption and the Sakurajima 2010 eruption, whereas the sulfide in the Shinmoedake 2011 groundmass is intermediate solid solution (iss; $Cu_{1-x}Fe_{2+y}S_{2-z}$). Po is sometimes replaced to form pseudomorph, while iss shows no replacement. The porous texture of the Po pseudomorph, which indicates a reaction of Po with air, is similar to that observed for the oxidation product having columnar microstructure reported in the pumice from the Sakurajima 1914 eruption (Matsumoto and Nakamura, 2017). Approximately half of the Po grains are partly or entirely replaced by the pseudomorph in the Asama 1783 pumice, as observed in the Sakurajima 1914 samples. On the other hand, proportion of the pseudomorphic Po grains is less than 20% in the Sakurajima 2010 pumice. This difference indicates that the Asama 1783 pumice, together with the Sakurajima 1914 pumice, has been more efficiently oxidized than the Sakurajima 2010 pumice. The preservation of iss in the Shinmoedake 2011 pumice is probably due to the difference in oxidation mechanism between iss and Po. The efficient oxidation of Po during the two Plinian eruptions (i.e., the Asama 1783 and the Sakurajima 1914 eruptions) can be attributed to the longer duration in which temperature of pumice were kept high in the eruption columns than that in the Vulcanian column. These results underscore the potential use of Po oxidation for the purpose of constraining the temperature and fO_2 of eruption columns that reflect eruption intensity of explosive eruptions.

キーワード：磁硫鉄鉱、酸化、爆発的噴火、噴煙柱
Keywords: pyrrhotite, oxidation, explosive eruption, eruption column

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Thermal signals in volcano monitoring: combining MODIS-MIROVA data with ground-based measurements at Aso Volcano, Japan

*Corrado CIGOLINI[1], Akihiko Yokoo[2], Diego Coppola[1], Marco Laiolo[1]

1. Department of Earth Sciences, University of Torino, Italy, 2. Aso Volcanological Laboratory, Institute for Geothermal Sciences, Kyoto University, Japan

Active volcanoes bearing crater lakes are rather challenging targets for thermal monitoring since their anomalies are rather small when compared to lava flows and/or domes. Thus, we have combined satellite data with ground-based measurements at Aso Volcano during its recent activity.
The thermal signals of Aso Volcano (Nakadake) during unrest episodes have been analyzed by means of the MODIS-MIROVA data set and high resolution images (LANDSAT 8 OLI and Sentinel 2) cross-checked with ground-based thermal observations. The Volcanic Radiative Power (VRP) detected by nighttime satellite data during the time span considered was mainly below 3 MW. This value is a thermal threshold that marks the transition from high fumarole activity (HFA) to Strombolian eruptions (SE). Periods with the occurrence of sporadic phreatic eruptions (PE, eventually bearing phreatomagmatic episodes), is the dominant phase during unrest episodes, with VRP values around 0.5 MW. However, during sustained Strombolian phases (November-December 2014) the radiative power was higher than 4 MW, reaching peak values up to 15.6 MW (on December 7, 2014, 10 days after the major Strombolian explosion of November 27). Ground-based measurements, recorded by FLIR T440 Thermo-camera on the fumarole field of the South Area, shows that the heat-flux stabilized around 2 MW until February 2015. Apparent temperatures measured on the fumarole field were around 490-575˚C before the major Strombolian explosive event, whereas those recorded at the active vent (Central Pit) reached their maxima around 600 ˚C. In the following days they both exhibited a decreasing trend. However, during the Strombolian phase the crater lake dried out and was then replenished by early July, 2016. Then volcanic activity shifted back to phreatic-phreatomagmatic and the eruptive cycle was completed; in this period ground measurements were fluctuating around 1 MW. Following the major phreatic explosion of October 8, 2016 satellite VRP were moderately above 2 MW and then progressively decreased. During 2018, they were essentially below 1 MW (with a mean of 0.75 Mw and few peaks above 1 MW).
We estimated the total amount of Magma Equivalent Volume (MEV) responsible for satellite thermal anomalies during the Strombolian phase (from the end of November 2014 to May 2015). The cumulative volume involved in this phase reached 4.5 x 10^5 m^3, which is two order of magnitude lower than the total volume of magma undergoing degassing (estimated by means of the petrologic models based on SO_2 degassing). This indicates that thermal anomalies during the Strombolian phases detect the magma that is reaching the surface and through a feeder dike, or conduit, connected at depth with a major reservoir.

Keywords: Aso Volcano, unrest episodes, thermal anomalies, Strombolian activity, major explosions

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Magma transfer processes in the NE Japan arc: insights from crustal ambient noise tomography combined with volcanic eruption records

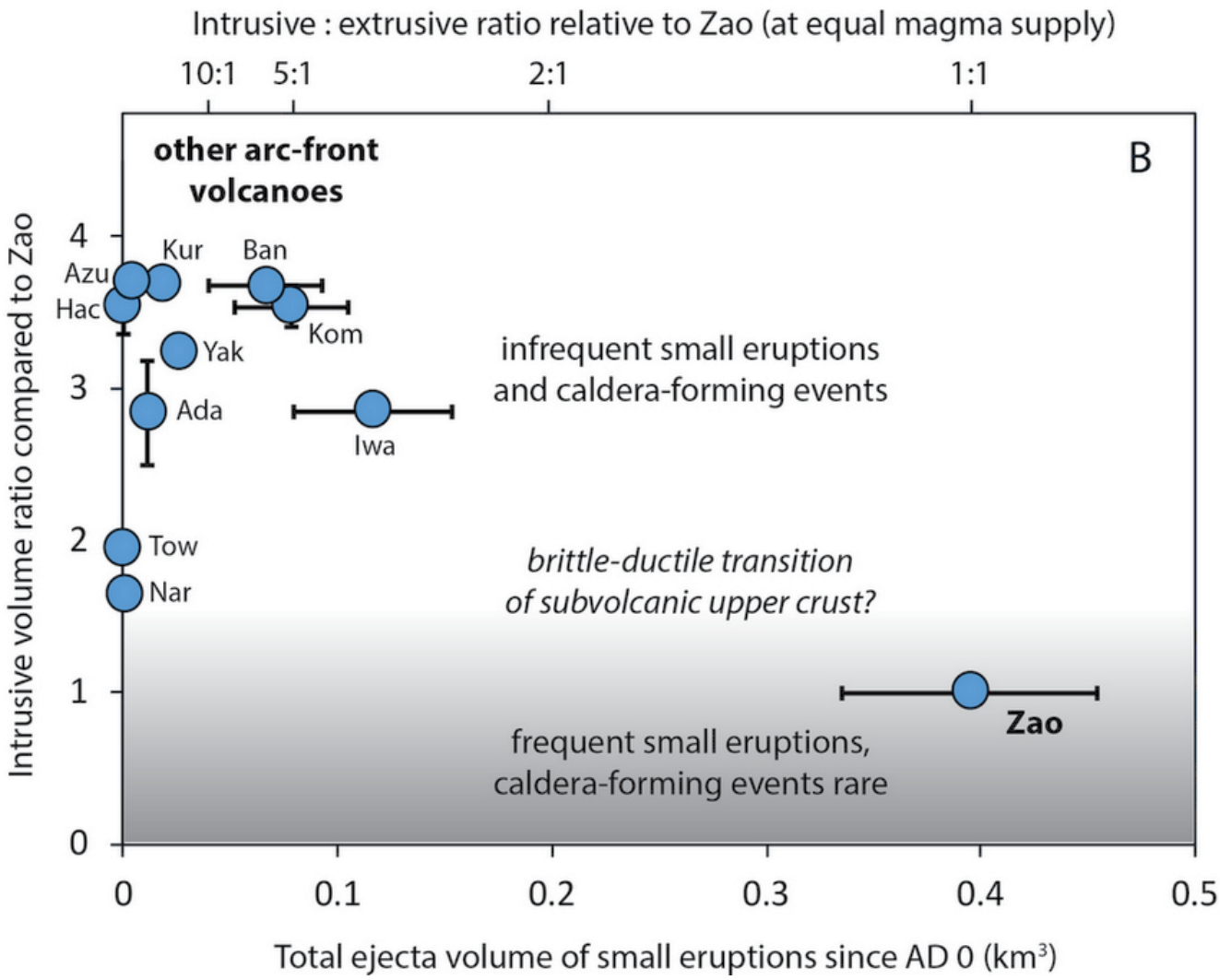
*Georg F Zellmer[1], Kai-Xun Chen[2], Yuancheng Gung[2], Ban-Yuan Kuo[3], Takeyoshi Yoshida[4]

1. Massey University, Palmerston North, New Zealand, 2. National Taiwan University, Taipei, Taiwan, 3. Academia Sinica, Taipei, Taiwan, 4. Tohoku University, Sendai, Japan

Subduction zone magmatic budgets and crustal growth processes depend on poorly constrained intrusive : extrusive ratios of arc magmas. Published ambient noise tomography data from northeast Japan reveal upper crustal low-V_S bodies, indicating elevated temperatures of plutonic rocks, beneath most sites of active arc-front volcanoes, with the exception of Zao volcano. Strikingly, when small eruptions (VEI 1 to VEI 3) from arc-front volcanoes in the last 2 kyr are considered, Zao has erupted most frequently and has produced a more than three times greater tephra volume than any of the other volcanoes. We propose that the frequent low-volume volcanism at Zao is fed by dikes that traverse the crustal section rapidly, fracturing through brittle lithologies. Beneath the other volcanoes, hotter and more ductile plutonic bodies have developed through repeated intrusive activity, hindering magma transport to the surface. This positive feedback mechanism ultimately results in cataclysmic caldera-forming events. We show that the number of late Cenozoic calderas is higher above the imaged low-V_S crust, consistent with this interpretation. We propose that generation of plutonic bodies is facilitated by volcaniclastic materials buried in a Miocene rift graben, which dampen fracture propagation and promote repeated sill intrusion. In contrast, transcurrent faulting has moved cold Cretaceous basement of the fore-arc range into the arc-front beneath Zao. These brittle rocks instead provide fracture pathways explored by magmas rapidly rising to the surface. The combined data imply that millions of years of crustal growth and tectonic history have a direct control on present-day volcanic eruption style.

Keywords: heat incubation, crustal magma ascent, crustal growth history, volcanic eruption style, Tohoku volcanism, brittle-ductile transition

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

STRATIGRAPHY RENEWAL, MAGMA CHAMBER STRATIFICATION, AND CONDUIT PROCESS OF THE 1815 TAMBORA CALDERA FORMING ERUPTION

*Indranova Suhendro[1], Atsushi Toramaru[1], Yasuo Miyabuchi[2], Tomoharu Miyamoto[1]

1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Sciences, Kyushu University, Japan, 2. Faculty of Advanced Science and Technology, Kumamoto University, Kurokami 2-40-1, Chuo-ku, Kumamoto 860-8555, Japan

The 1815 eruption of Tambora volcano was initiated by two precursory Plinian falls and terminated by pyroclastic density current (PDC) deposits. Although the occurrence of fall deposits and pumice rich PDC has been well-described by previous researchers, we discover scoria rich PDC deposits. However, the presence and relationship of scoria rich PDC with another well-described 1815 eruption deposit has never been discussed in detail. Moreover, several aspects of the magma chamber and conduit dynamics are still poorly understood. In order to that, we conducted petrography by optical microscope, chemical anlyses by XRF, SEM-EDS, and FE-EPMA, and textural analyses of BND and MND. Systematic change in the phenocryst, vesicle, microlite, and chemical compositions also observed through the stratigraphic position. Plinian fall units are characterized by relatively low crystal abundance and small average phenocryst size (0.44 - 0.52 mm) with higher silica content (56.8-58.05 wt.% SiO_2). In contrast, PDC deposits are characterized by relatively higher crystal abundance and greater average phenocryst size (0.53 - 0.59 mm) with lower silica content (56.5-57.5 wt.% SiO_2). There is no evidence of magma mixing because no bimodal distribution in anorthite content and no reverse zoning pattern in plagioclase phenocryst. Large phenocrysts (>1 mm) have less variation than small phenocrysts (<1 mm) in chemistry. Core compositions of large phenocrysts are An_{70}-$_{90,}$ while those of small phenocrysts are An_{40}-$_{95}$. The correlation between crystal size, chemical composition, and stratigraphic position suggests that stratification of crystals and chemical compositions in the magma chamber was established prior to 1815 eruption. Juveniles from Plinian eruption are composed of higher BND and lower MND value, compared to juveniles from PDC. As a result, we explained negative correlation of BND and MND by the control of decompression rate (dP/dt). Namely, high decompression rate will induce high nucleation rate of bubble thus facilitate magma to ascent rapidly and limiting the growth of microlite. The increase of lithic population from precursory Plinian towards PDC can be regarded as vent-widening process. Therefore, the decrease of decompression rate accompanied by conduit widening during the early to later phase has shifted the eruption style, from buoyant Plinian column to PDC. Finally, rapid and voluminous magma withdrawal from the chamber has led to the formation of caldera.

Keywords: Tambora, caldera forming eruption, textural analyses, detailed stratigraphy, bubble number density, microlite number density

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_12

[S-VC34] Connecting magma dynamics in vent-conduit system with surface expression of volcanic eruption

コンビーナ:三輪 学央(防災科学技術研究所)、下司 信夫(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)

Magma dynamics within a shallow conduit system control the diversity of behavior of volcanic eruptions. Recent advancements in geophysical, airborne and ground-based observation techniques provide quantitative data about the dynamic behavior of volcanic eruptions. New analytical methods of the macro and microtextures of eruptive products also open new insights on detailed dynamics of magmas within conduit. The aim of this session is the integration of these new techniques to approach the dynamics of magma ascending from a shallow part of conduit to vent. This session seeks submissions that explore magma dynamics controlling the behaviors of volcanic eruption by integrated investigation of 1) degassing, outgassing, crystallization, and fragmentation of ascending magma, 2) emission and recycling of eruptive product, and 3) morphological characterization of the vent-conduit system. We encourage contributions based on textural-petrological analyses of eruptive product, experimental study reproducing magma in the conduit, geophysical observation on surface expression of volcanic eruption, and related numerical modeling.

[SVC34-P01] 火道を上昇するマグマ内における水の減圧発泡に関する理論的研究
-粘性項を含む核形成速度の導出と気泡数密度の再評価- (2)

*西脇 瑞紀[1]、寅丸 敦志[2] (1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

[SVC34-P02] Kinetic delay of crystal growth controls plagioclase-basaltic melt apparent disequilibrium

*種田 凌也[1]、石橋 秀巳[1]、安田 敦[2]、外西 奈津美[2] (1.静岡大学理学部地球科学専攻、2.東京大学地震研究所)

[SVC34-P03] **Eruptive trends and dynamics of remote volcanoes detected form space-based thermal data and SO_2 emissions: a comparative analysis of Stromboli, Batu Tara and Tinakula volcanoes**

*Corrado CIGOLINI[1]、Marco Laiolo[1]、Francesco Massimetti[1,2]、Maurizio Ripepe[2]、Diego Coppola[1] (1.Department of Earth Sciences, University of Torino, Italy、2.Department of Earth Sciences, University of Firenze, Italy)

[SVC34-P04] The source depth of Strombolian explosions: a multiparametric approach and comparison

*Jacopo Taddeucci[1]、Miguel Angel Alatorre-Ibarguengoitia[2]、Valeria Cigala[3]、Elisabetta Del Bello[1]、Damien Gaudin[4]、Ulrich Kueppers[4]、Tullio Ricci[1]、Valentino Salvatore[5]、Piergiorgio Scarlato[1] (1.Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Rome, Italy、2.Centro de Investigación en Gestión de Riesgo y Cambio Climático, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Mexico、3.Department of Geosciences, Università degli Studi di Padova, Padua, Italy、4.Department of Earth and Environmental Sciences. Ludwig-Maximilians-Universität (LMU). Munich, Germany、5.Dipartimento di Scienze della Terra, Sapienza Università di Roma, Rome, Italy)

[SVC34-P05] Magmatic aggregate of basaltic ash particles

*三輪 学央[1]、下司 信夫[2] (1.防災科学技術研究所、2.産業技術総合研究所)

[SVC34-P06] メルト包有物から探る伊豆大室山単成火山の噴火プロセス

畑田 璃瑳子[1]、*石橋 秀巳[1]、鈴木 雄介[2]、安田 敦[3]、外西 奈津美[3] (1.静岡大学理学部地球科学専攻、2.伊豆半島ジオパーク、3.東京大学地震研究所)

[SVC34-P07] Time-series variation in the textures of ejecta of the An'ei eruption, Izu-Oshima

*池永 有弥[1]、前野 深[1]、安田 敦[1] (1.東京大学地震研究所)

[SVC34-P08] The textural analysis of pumice from the Plinian eruption of Taupo volcano: implications for tube pumice

*大橋 正俊[1]、市原 美恵[2]、前野 深[2]、Kennedy Ben[3]、Gravley Darren[3] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.東京大学地震研究所、3.The University of Canterbury)

火道を上昇するマグマ内における水の減圧発泡に関する理論的研究 -粘性項を含む核形成速度の導出と気泡数密度の再評価- (2)

A new formulation of viscosity-included bubble nucleation rate in ascending magmas and re-estimation of bubble number density (2)

*西脇 瑞紀[1]、寅丸 敦志[2]
*Mizuki Nishiwaki[1], Atsushi Toramaru[2]

1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Sciences, Kyushu University, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Sciences, Kyushu University

To evaluate the effect of melt viscosity on bubble nucleation, we newly formulate homogeneous nucleation rate of water bubbles to explicitly include melt viscosity. The viscosity appears in the pre-exponential factor of the nucleation rate in terms of the Péclet number: the ratio of bubble growth timescale by molecular diffusion and viscous relaxation timescale. The pre-exponential factor linearly decreases with increasing viscosity (or decreasing Péclet number) under a given supersaturation. We numerically solve the evolution of bubble nucleation and growth processes in ascending magmas by using the new formula of nucleation rate and a precise approximation of moment equations of bubble size distribution function. In high viscosity or high decompression rate region, the effect of melt viscosity reduces bubble number density by several orders of magnitude compared with the previous study. Because of the lack of experimental data in this high-viscous regime, the reality of this regime will be verified by future experiments.

キーワード：気泡核形成、気泡成長、気泡数密度、気泡サイズ分布、ペクレ数
Keywords: bubble nucleation, bubble growth, BND (Bubble Number Density), BSD (Bubble Size Distribution), Péclet number

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Kinetic delay of crystal growth controls plagioclase-basaltic melt apparent disequilibrium

*種田 凌也[1]、石橋 秀巳[1]、安田 敦[2]、外西 奈津美[2]
*Ryoya Oida[1], Hidemi Ishibashi[1], ATSUSHI YASUDA[2], Natsumi Hokanishi[2]

1. 静岡大学理学部地球科学専攻、2. 東京大学地震研究所
1. Faculty of Science, Shizuoka University, 2. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

Plagioclase-melt compositional relations sensitively depend on temperature, T, and water content, X_W, of melt. Therefore, the relations are formulated as functions of T and X_W and used as geothermohygrometer (e.g., Putirka, 2008). Plagioclase-melt equilibrium is postulated for applying the thermohygrometer models. However, validity of the assumption is unobvious for microlite crystallization driven by degassing and/or cooling during eruption. Can we apply the thermohygrometers to the plagioclase-melt pairs formed by dynamic crystallization? To examine the issue, the cooling crystallization experiments of the high-Al basaltic melt were carried out and textural and chemical analyses were performed the run samples.

We used the high-Al basalt lava from Waianae, Hawaii Oahu as the starting material for the cooling crystallization experiments. This experiment was conducted using the 1atm fO_2-controlled furnace at University of Hawaii at Manoa. After 3 hours pre-heating at 1180℃, ~30K higher than the liquidus, the samples were cooled at cooling rates, R_c, of 0.1, 0.3, 1, 3, and 10K/min, and then quenched in water at four target temperatures, T_q, of 1150, 1120, 1090, and 1060℃. We used FE-EPMA (JEOL-JXA-8530FPlus) and EPMA (JEOL8800R) at Earthquake Research Institute, University of Tokyo, for textural and chemical analyses of the run samples.

As R_c and/or T_q increase, the abundance and size of plagioclase crystals decrease. As R_c increases, the shape of plagioclase changes from euhedral to dendritic. The R_c-dependent shape change is more obvious at lower T_q. Pyroxene crystallization was suppressed in the run samples coolied at higher R_c. In addition, melt boundary layers are observed around pyroxene in the samples cooled at 0.3-1K/min, quenched at 1090℃ and cooled at 0.3-3K/min, quenched at 1060℃, and around plagioclase in the samples cooled at >3K/min, quenched at <1120℃. Lower diffusivity of Al_2O_3 compared to those of FeO and MgO is responsible for lower threshold cooling rate of melt boundary layer formation around pyroxene.

The maximum An# [=100Ca/(Ca + Na)] of plagioclase was almost the same among all run samples. We applied both plagioclase liquidus and plagioclase-melt An-partitioning thermometers of Putirka (2008) to the pairs of plagioclase rim-boundary layer melt (BLM) and plagioclase rim-far field melt (FFM) to estimate temperatures recorded in their phase compositions. At T_q=1150℃, the estimated temperatures well represent T_q for both BLM and FFM. However, at lower T_q, both of the thermometers estimate temperatures higher than T_q; difference between estimated temperature and T_q, ΔT, increases as decreasing T_q. The two thermometers estimate similar temperatures for each sample, and the differences between the two estimated temperatures do not depend on R_c. These results suggest that the plagioclase-melt partition coefficient of An component does not depend on the R_c. Therefore, the increase of ΔT at lower T_q is not due to the R_c-dependence of the partition coefficient. It is attributed to the kinetic delay of the crystal growth at lower temperature. On the other hand, the coincidence between calculated temperatures and T_q at 1150℃ suggests that kinetic delay of plagioclase crystal growth is small

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

at near liquidus temperature.

Present results show that plagioclase-melt thermometers can be applied regardless of the R_c at higher temperatures, while magmatic temperature tends to be overestimated due to kinetic delay of crystal growth at lower temperature.

キーワード：斜長石、結晶作用、カイネティクス、玄武岩、地質温度計
Keywords: plagioclase, crystallization, kinetics, basalt, geothermometry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Eruptive trends and dynamics of remote volcanoes detected form space-based thermal data and SO_2 emissions: a comparative analysis of Stromboli, Batu Tara and Tinakula volcanoes

*Corrado CIGOLINI[1], Marco Laiolo[1], Francesco Massimetti[1,2], Maurizio Ripepe[2], Diego Coppola[1]

1. Department of Earth Sciences, University of Torino, Italy, 2. Department of Earth Sciences, University of Firenze, Italy

South-Eastern Pacific has a large number of unmonitored volcanoes that may potentially produce large-scale eruptive events capable to affect highly-populated areas. Therefore, forecasting changes in volcanic activity in the light of historical time-series is a rather intriguing challenge for the space-based earth observations.
Batu Tara (Indonesia) and Tinakula (Solomon Island) are two poorly known volcanic islands with morphologies and reported short-term activities rather similar to the ones observed at Stromboli volcano (Italy). However, thanks to over a decade-long satellite data we are able to effectively compare the activity occurring at Stromboli (a unique natural laboratory and “open-vent” system) with those taking place at the above volcanoes.
We process and analyse the radiant flux (thermal activity) coupled with SO_2 emissions (degassing activity) at these three volcanoes for over a decade. The combined analysis of Volcanic Radiant Power (from MODIS data) and SO_2 burden (from OMI data) reveals different long-term eruptive trends, and contrasting ratio of gas vs. thermal emissions. In fact, the persistent open-vent explosive activity of Stromboli volcano is interrupted by flank effusions that periodically drain the degassed magma stored at shallow levels. On the other hand, the long-lasting exponential decay of both thermal and gas emissions observed at Batu Tara is consistent with the eruption of an “undegassed magma” from a deep, and likely a “closed” magma chamber. Finally, Tinakula volcano exhibits multiple year-long eruptive phases, characterised by evolving gas vs. thermal ratio correlated with an increasing eruptive intensity: thus suggesting the involvement of a volatile-zoned magma chamber with periodic phases of gas/magma accumulations.
Our results suggest that the combined analysis of satellite thermal/gas data is a useful tool for better understanding long-term volcanic dynamics and interpreting volcanic processes occurring at a shorter time-scale. We also stress that large satellite datasets on active volcanoes, available from different platforms, greatly enhance the opportunity to efficiently monitor remote volcanic targets in the attempt to mitigate volcanic risk.

Keywords: Remote volcanoes, satellite datasets, Volcanic Radiative Power, SO2 emissions, volcanic risk

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The source depth of Strombolian explosions: a multiparametric approach and comparison

*Jacopo Taddeucci[1], Miguel Angel Alatorre-Ibarguengoitia[2], Valeria Cigala[3], Elisabetta Del Bello[1], Damien Gaudin[4], Ulrich Kueppers[4], Tullio Ricci[1], Valentino Salvatore[5], Piergiorgio Scarlato[1]

1. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Rome, Italy, 2. Centro de Investigación en Gestión de Riesgo y Cambio Climático, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Mexico, 3. Department of Geosciences, Università degli Studi di Padova, Padua, Italy, 4. Department of Earth and Environmental Sciences. Ludwig-Maximilians-Universität (LMU). Munich, Germany, 5. Dipartimento di Scienze della Terra, Sapienza Università di Roma, Rome, Italy

The source depth of an individual explosion during Strombolian-style explosive volcanic activity can be defined as the depth of the region within the volcanic conduit where magma fragmentation occurs and the acceleration of pyroclasts by the expanding gas continuum begins. Source depth is thought to exert a first-order control on the final ejection dynamics of the pyroclasts and the ensuing eruptive styles and hazards. As such, different methods to estimate source depth have been developed in the past.

Here, we used three independent methods to estimate the source depth of some Strombolian explosions from Stromboli and Etna volcanoes (Italy). The first method uses the back-tracking of the trajectories of pyroclasts leaving the vent to infer their minimum release depth. It is a purely geometric method relying on the assumption that pyroclasts follow linear trajectories after fragmentation. The second method uses the time delay between the appearance of pyroclasts at the vent and the arrival of acoustic waves at a recording station at a known distance from the vent. This method relies on several assumptions, including (i) the sound velocity inside the conduit, (ii) the co-location of source depth of pyroclasts and acoustic waves, and (iii) a constant velocity of pyroclasts in the conduit, following the initial acceleration. The third method uses the velocity of pyroclasts progressively exiting the vent. This velocity decays following a non-linear trend which is function of the source depth, as illustrated by previous experimental and theoretical studies. As for the second method, also this last one assumes a constant velocity of pyroclasts rising in the conduit.

For the Etna case, the three methods provide consistent results and a shallow (<20 m) source depth of the explosions. For the Stromboli case, the first and third methods provide shallow (around 6 and 15 m, respectively) source depths while the second method provides depths of around 60 m. The incompatibility of such large depths with the first two methods, and given the relative assumptions, we believe that in the Stromboli case the co-location of the particles and acoustic source is probably the least strong assumption. These results suggest that caution should be used in assessing source depth from a single methodology, and that more investigations are required on the source of acoustic signals from the explosions and on the motion (specifically the acceleration and deceleration) of pyroclasts ascending along the conduit.

Keywords: strombolian, explosion, depth

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Magmatic aggregate of basaltic ash particles

*三輪 学央[1]、下司 信夫[2]
*Takahiro Miwa[1], Nobuo Geshi[2]

1. 防災科学技術研究所、2. 産業技術総合研究所
1. National research institute for earth science and disaster prevention, 2. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Dynamics of volcanic cloud and jet at the vent is largely controled by a grain size of pyroclast. The grain size is considered to be determined by primary fragmentation of magma, and subsequent breakup of pyroclasts due to therir collsions in upper conduit (Dufek et al. 2012). However, whether the breakup occurs or not depend on viscoelastic responce of magma (Dingwell and Webb, 1989).
In this study, we report aggregate of ash particles which is formed in magmatic temperature. We observed basaltic ash samples from Stromboli volcano, Italy, and Aso volcano, Japan. The “magmatic aggretate” shows texture that numerous small guest particles (< 200 μm) adhere or stick on a host particle (> 1 mm). All the host particles are catergorized to sideromelane having fluidal morphology. The guest particles are on fluidal surface of the host particle, and show fluidal and dense morphology. These characteristics found in the magmatic aggregate can be explaned by collision and aggretation of ash particles in high temperature condition. Here we model formation of the magmatic aggregates as passing of two frying particles bearing viscoelastic nature, by using viscosity of magma estimated (10^4-10^5 Pa s). When the relative velocity of the two particles falls the critical value, the two particles behave as viscous material, coalsece each other, and then form the magmatic aggregate. The result of calculation demonstrates that the critical relative velocity is approximately 10^{-2} m/s, and implies the magmatic aggregation is difficult to occur for silisic magma with highly viscosity. Thus we conclude that the collision can increase average grain size of pyroclast in basaltic system.

キーワード：噴火ダイナミクス、火山灰粒子の相互作用、マグマの粘弾性
Keywords: Eruptive dynamics, Interaction of ash particles, Viscoelastic response of magma

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

メルト包有物から探る伊豆大室山単成火山の噴火プロセス
Melt inclusion study on the eruption process of Izu-Omuroyama monogenetic volcano, Japan

畑田 璃瑳子[1]、*石橋 秀巳[1]、鈴木 雄介[2]、安田 敦[3]、外西 奈津美[3]
Risako Hatada[1], *Hidemi Ishibashi[1], Yusuke Suzuki[2], ATSUSHI YASUDA[3], Natsumi Hokanishi[3]

1. 静岡大学理学部地球科学専攻、2. 伊豆半島ジオパーク、3. 東京大学地震研究所
1. Faculty of Science, Shizuoka University, 2. Izu Peninsula Geopark, 3. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

伊豆大室山は，およそ15万年前より活動を継続する伊豆東部火山群に属する単成火山である．この火山群で最大の火砕丘である大室山を形成した噴火は約4000年前に発生し，溶岩流と降下テフラを合わせて約4.5億トンものマグマを噴出した(古谷野ほか, 1996)．その噴火規模は，同火山群内では最大のカワゴ平噴火(～3200年前)に次いで大きいものであった．大室山のような単成火山は，マグマ供給系が新しく形成されてから初めての噴火で形成する火山である．このため，その火山噴出物，特に斑晶には，マグマ供給系の誕生に関する情報が保持されている可能性がある．そこで本研究では，伊豆大室山噴火の降下スコリア中に含まれる斑晶鉱物とメルト包有物（MI）について組織観察と化学分析を行い，その噴火プロセスを検討した．

古谷野ほか(1996)によると，伊豆大室山噴火はサブプリニー式噴火から開始し(ステージA)，やや噴火の低調な時期を挟んで(ステージB)，メインのストロンボリ式噴火(ステージC)へと移行し，このとき大室山火砕丘を形成した．その後，小規模な爆発 (ステージD・E) を経て噴火が終息した．本研究ではステージ3のストロンボリ式噴火による降下スコリアを研究試料とし，東京大学地震研究所のFE-EPMAおよびEPMAを用いて岩石組織観察と鉱物・ガラスの化学分析を行った．

本研究試料のスコリアは，～3.3vol.%のオリビンと～5.4vol.%の斜長石を斑晶として含んでいた．石基は，数十～百μmサイズのオリビン・斜長石微斑晶とマトリクスから構成され，マトリクスはほぼガラス質の場合と，数十μm以下のマイクロライトに富む場合があった．オリビン斑晶は，リム付近を除いて粒内で化学的に均質であり，そのFo値は84から76まで変動するが，83-84のものが多数であった．オリビン微斑晶はFo~74-83で，低Fo値の斑晶と微量元素組成も同じであった．斜長石斑晶の大部分は，低An(～30-60)のコアを高An(～84)のリムが囲む逆累帯構造を示し，汚濁帯が普遍的にみられた．斜長石微斑晶の化学組成は，斑晶リムと同じであった．オリビン・斜長石斑晶にはMIが見られ，そのSiO$_2$量はそれぞれ52-60wt.%と57-78wt.%であった．このうちSiO$_2$～57-60wt.%のメルト組成は，オリビン・斜長石中のMIと石基ガラスで一致した．このメルトについて斜長石-オリビン-メルト共存関係から見積もった温度・含水量はそれぞれ1080℃，2.0wt.%で，そのH$_2$O飽和深度は約2㎞であった．また，斜長石斑晶中にはSiO$_2$～70-74wt.%の流紋岩質MIが多く見られ，斜長石のFe濃度もこれらのMIと平衡値を示した．800-850℃を仮定して，斜長石-メルト含水量計から見積もったメルト含水量は～6.2-9.2wt.%で，そのH$_2$O飽和深度は～8-14㎞であった．更に，オリビン中のMIのうちSiO$_2$＜57wt.%のものは硫黄に富み(SO$_3$~0.3-0.5wt.%)，硫黄に乏しい他のMIよりも深部起源と考えられる．

以上の結果から，大室山の地下～11㎞にはその噴火以前から流紋岩質メルトが存在し，より深部由来のオリビンを含む玄武岩質安山岩メルトが上昇過程でこの流紋岩質メルト・斜長石をとり込んで安山岩マグマとなり，約2㎞の深さで一旦停止して微斑晶を晶出した後に噴火したものと考えられる．そして，伊豆東部火山群で初めての流紋岩質マグマ噴火（3200年前のカワゴ平噴火）より800年以上前から，この地域の地下に流紋岩質マグマが存在したことを示唆する．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：メルト包有物、単成火山、流紋岩、伊豆大室山、斜長石
Keywords: melt inclusion, monogenetic volcano, rhyolite, Izu-Omuroyama, plagioclase

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Time-series variation in the textures of ejecta of the An'ei eruption, Izu-Oshima

*池永 有弥[1]、前野 深[1]、安田 敦[1]
*Yuya Ikenaga[1], Fukashi Maeno[1], ATSUSHI YASUDA[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

In Izu-Oshima, a large-scale eruption called the An’ ei eruption began in 1777. This eruption lasted for 15 years, and scoria and lava flows were strongly ejected before ash eruption period (Nakamura, 1964; Isshiki, 1984; Koyama and Hayakawa, 1996, Tsukui et al, 2009). As for scoria eruption, the transition of the intensity of eruption was unveiled (Ikenaga et al., 2018). Scoria eruption in the initial stage (Unit A) was somewhat weak and scoria is poor in plagioclase phenocrysts (Pl). After the small-scale scoria eruption (Unit B, rich in Pl), the climax stage (Unit C) occurred. Scoria in Unit C is richest in Pl and eruption column height of this unit is inferred to be approximately 10km. The change in the textures of scoriae among these 3 units, however, has not been investigated yet. It becomes clear in this study that there are differences in the textures of scoriae.

The scoria of Unit A (A-scoria) is rich in microlites and the groundmass glass has low transparency. The surface of bubbles is rough and many bubbles are connected each other. On the other hand, the scoria of Unit C (C-scoria) has almost no microlites and the glass is transparent. The shape of bubbles is spherical or ellipsoid, and the surface of bubbles is smooth. The connectivity of bubbles is low. The characteristics of the scoria of Unit B (B-scoria) are intermediate between those of A- and C-scoria. Considering the transition in the intensity of eruption, magma ascent rate of Unit A is expected to have been low than that of Unit C, and the crystallization of microlites and connection of bubbles in Unit A were probably caused because of low decompression rate.

The compositions of Pl, groundmass glass and melt inclusions in Pl of scoriae were measured using EPMA, and there are no difference in these compositions among 3 units. It is inferred from this result that the change in the intensity of 3 units was not caused by injection of undifferentiated magma into magma chamber, but caused by other processes, such as decompression of magma chamber after the eruption of Unit A. It is a future issue to reveal the cause of the change in intensity.

キーワード：伊豆大島、組織変化、噴出物組成
Keywords: Izu-Oshima, Transition in texture, Composition of eruption products

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The textural analysis of pumice from the Plinian eruption of Taupo volcano: implications for tube pumice

*大橋 正俊[1]、市原 美恵[2]、前野 深[2]、Kennedy Ben[3]、Gravley Darren[3]
*Masatoshi Ohashi[1], Mie Ichihara[2], Fukashi Maeno[2], Ben Kennedy[3], Darren Gravley[3]

1. 東京大学大学院理学系研究科、2. 東京大学地震研究所、3. The University of Canterbury
1. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo, 2. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 3. Department of Geological Sciences, The University of Canterbury

Tube pumice is characterized by aligned highly elongated bubbles and is a common product of explosive silicic eruptions. This bubble texture is thought to reflect shear deformations during flow in a conduit (Marti et al., 1999). Therefore, quantitative measurements of tube pumice texture can inform conduit flow models. Recent development in X-ray tomography allows us to measure bubble shapes in 3D pumice accurately (e.g., Dingwell et al., 2016). In addition to the microscopic structures of individual pumices, the abundance of tube and non-tube pumices in the stratigraphy is important in inferring temporal and spatial variations in a conduit flow. This study aims at quantifying micro-structural and stratigraphic features of pumice from the 1.8 ka eruption of Taupo volcano, New Zealand.

The 1.8 ka eruption is the most recent large eruptive event from Taupo volcano. It is characterized by various eruptive styles, including three phreatomagmatic fall deposits (units 1, 3, 4), Hatepe plinian fall deposit (unit 2), Taupo plinian fall deposit (unit 5), and Taupo ignimbrite (unit 6) (Houghton et al., 2010). Since those deposits show chemically uniform pumices and melt inclusions, the great diversity of bubble textures in pumices may reflect purely physical processes in the eruption. We collected samples from the units of the two plinian eruptions (units 2 and 5) and the ignimbrite (unit 6), and measured bubble textures and vesicularities. Among those units, we focused on unit 5 to investigate the transition from plinian fall to ignimbrite. For this purpose, a detailed sampling of unit 5 was conducted at an outcrop about 25 km away from the vent, where the unit consists of a fine lower part (40 cm) and a coarse upper part (180 cm). We sampled clasts from the bottom to top of the unit 5 layer at 20cm interval. The bubble textures of more than 1000 pumice samples were measured by a digital microscope (VHX-1000, Keyence) with variable illumination function. The illumination was optimized to make good luminance contrast between the flat surface and bubbles for image analysis.

The image analysis shows that bubbles in unit 5 are more elongated than those in unit 2 and less elongated than those in unit 6. The average values of bubble elongation in unit 2 and 6 are proportional to those of vesicularity. In contrast, bubble elongation and vesicularity are uniform within unit 5. The component analysis over unit 5 shows that the weight percentage of lithics is also uniform except in the lowest part. The relatively high lithic content in the lowest part suggests vent widened or shifted location at the beginning of the Taupo plinian event.

Previous studies in other volcanoes suggest that bubbles in the pre-ignimbrite phase become more elongated toward the flow stage (Taddeucci and Wohletz 2001, Polacci et al., 2003). The increased amount of tube pumice is thought to reflect a gradual transition from fallout to ignimbrite, and it was interpreted as a result of increased erosive activity near the conduit wall, or a greater conduit area available for shearing (Polacci et al., 2003). In contrast, no such variation of bubble texture is observed in Taupo plinian event (unit 5), which implies that a steady conduit flow was sustained during the pre-ignimbrite fallout eruption. The ignimbrite (unit 6) might not simply be the result of a collapsing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

plinian eruption column. It is also possible that the topmost part of unit 5 had been eroded by and/or mixed with the pyroclastic flow that deposited the subsequent ignimbrite (unit 6).

キーワード：気泡組織、チューブパミス、タウポ火山
Keywords: bubble texture, tube pumice, Taupo

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_23

[S-VC34] Connecting magma dynamics in vent-conduit system with surface expression of volcanic eruption

コンビーナ:三輪 学央(防災科学技術研究所)、下司 信夫(産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)

Magma dynamics within a shallow conduit system control the diversity of behavior of volcanic eruptions. Recent advancements in geophysical, airborne and ground-based observation techniques provide quantitative data about the dynamic behavior of volcanic eruptions. New analytical methods of the macro and microtextures of eruptive products also open new insights on detailed dynamics of magmas within conduit. The aim of this session is the integration of these new techniques to approach the dynamics of magma ascending from a shallow part of conduit to vent. This session seeks submissions that explore magma dynamics controlling the behaviors of volcanic eruption by integrated investigation of 1) degassing, outgassing, crystallization, and fragmentation of ascending magma, 2) emission and recycling of eruptive product, and 3) morphological characterization of the vent-conduit system. We encourage contributions based on textural-petrological analyses of eruptive product, experimental study reproducing magma in the conduit, geophysical observation on surface expression of volcanic eruption, and related numerical modeling.

[SVC34-P01] 火道を上昇するマグマ内における水の減圧発泡に関する理論的研究
-粘性項を含む核形成速度の導出と気泡数密度の再評価- (2)

*西脇 瑞紀[1]、寅丸 敦志[2] (1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

[SVC34-P02] Kinetic delay of crystal growth controls plagioclase-basaltic melt apparent disequilibrium

*種田 凌也[1]、石橋 秀巳[1]、安田 敦[2]、外西 奈津美[2] (1.静岡大学理学部地球科学専攻、2.東京大学地震研究所)

[SVC34-P03] **Eruptive trends and dynamics of remote volcanoes detected form space-based thermal data and SO_2 emissions: a comparative analysis of Stromboli, Batu Tara and Tinakula volcanoes**

*Corrado CIGOLINI[1]、Marco Laiolo[1]、Francesco Massimetti[1,2]、Maurizio Ripepe[2]、Diego Coppola[1] (1.Department of Earth Sciences, University of Torino, Italy、2.Department of Earth Sciences, University of Firenze, Italy)

[SVC34-P04] The source depth of Strombolian explosions: a multiparametric approach and comparison

*Jacopo Taddeucci[1]、Miguel Angel Alatorre-Ibarguengoitia[2]、Valeria Cigala[3]、Elisabetta Del Bello[1]、Damien Gaudin[4]、Ulrich Kueppers[4]、Tullio Ricci[1]、Valentino Salvatore[5]、Piergiorgio Scarlato[1] (1.Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Rome, Italy、2.Centro de Investigación en Gestión de Riesgo y Cambio Climático, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Mexico、3.Department of Geosciences, Università degli Studi di Padova, Padua, Italy、4.Department of Earth and Environmental Sciences. Ludwig-Maximilians-Universität (LMU). Munich, Germany、5.Dipartimento di Scienze della Terra, Sapienza Università di Roma, Rome, Italy)

[SVC34-P05] Magmatic aggregate of basaltic ash particles

*三輪 学央[1]、下司 信夫[2] (1.防災科学技術研究所、2.産業技術総合研究所)

[SVC34-P06] メルト包有物から探る伊豆大室山単成火山の噴火プロセス

畑田 璃瑳子[1]、*石橋 秀巳[1]、鈴木 雄介[2]、安田 敦[3]、外西 奈津美[3] (1.静岡大学理学部地球科学専攻、2.伊豆半島ジオパーク、3.東京大学地震研究所)

[SVC34-P07] Time-series variation in the textures of ejecta of the An'ei eruption, Izu-Oshima

*池永 有弥[1]、前野 深[1]、安田 敦[1] (1.東京大学地震研究所)

[SVC34-P08] The textural analysis of pumice from the Plinian eruption of Taupo volcano: implications for tube pumice

*大橋 正俊[1]、市原 美恵[2]、前野 深[2]、Kennedy Ben[3]、Gravley Darren[3] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.東京大学地震研究所、3.The University of Canterbury)

火道を上昇するマグマ内における水の減圧発泡に関する理論的研究 -粘性項を含む核形成速度の導出と気泡数密度の再評価- (2)

A new formulation of viscosity-included bubble nucleation rate in ascending magmas and re-estimation of bubble number density (2)

*西脇 瑞紀[1]、寅丸 敦志[2]
*Mizuki Nishiwaki[1], Atsushi Toramaru[2]

1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Sciences, Kyushu University, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Sciences, Kyushu University

To evaluate the effect of melt viscosity on bubble nucleation, we newly formulate homogeneous nucleation rate of water bubbles to explicitly include melt viscosity. The viscosity appears in the pre-exponential factor of the nucleation rate in terms of the Péclet number: the ratio of bubble growth timescale by molecular diffusion and viscous relaxation timescale. The pre-exponential factor linearly decreases with increasing viscosity (or decreasing Péclet number) under a given supersaturation. We numerically solve the evolution of bubble nucleation and growth processes in ascending magmas by using the new formula of nucleation rate and a precise approximation of moment equations of bubble size distribution function. In high viscosity or high decompression rate region, the effect of melt viscosity reduces bubble number density by several orders of magnitude compared with the previous study. Because of the lack of experimental data in this high-viscous regime, the reality of this regime will be verified by future experiments.

キーワード：気泡核形成、気泡成長、気泡数密度、気泡サイズ分布、ペクレ数
Keywords: bubble nucleation, bubble growth, BND (Bubble Number Density), BSD (Bubble Size Distribution), Péclet number

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Kinetic delay of crystal growth controls plagioclase-basaltic melt apparent disequilibrium

*種田 凌也[1]、石橋 秀巳[1]、安田 敦[2]、外西 奈津美[2]
*Ryoya Oida[1], Hidemi Ishibashi[1], ATSUSHI YASUDA[2], Natsumi Hokanishi[2]

1. 静岡大学理学部地球科学専攻、2. 東京大学地震研究所
1. Faculty of Science, Shizuoka University, 2. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

Plagioclase-melt compositional relations sensitively depend on temperature, T, and water content, X_W, of melt. Therefore, the relations are formulated as functions of T and X_W and used as geothermohygrometer (e.g., Putirka, 2008). Plagioclase-melt equilibrium is postulated for applying the thermohygrometer models. However, validity of the assumption is unobvious for microlite crystallization driven by degassing and/or cooling during eruption. Can we apply the thermohygrometers to the plagioclase-melt pairs formed by dynamic crystallization? To examine the issue, the cooling crystallization experiments of the high-Al basaltic melt were carried out and textural and chemical analyses were performed the run samples.

We used the high-Al basalt lava from Waianae, Hawaii Oahu as the starting material for the cooling crystallization experiments. This experiment was conducted using the 1atm fO_2-controlled furnace at University of Hawaii at Manoa. After 3 hours pre-heating at 1180℃, ~30K higher than the liquidus, the samples were cooled at cooling rates, R_c, of 0.1, 0.3, 1, 3, and 10K/min, and then quenched in water at four target temperatures, T_q, of 1150, 1120, 1090, and 1060℃. We used FE-EPMA (JEOL-JXA-8530FPlus) and EPMA (JEOL8800R) at Earthquake Research Institute, University of Tokyo, for textural and chemical analyses of the run samples.

As R_c and/or T_q increase, the abundance and size of plagioclase crystals decrease. As R_c increases, the shape of plagioclase changes from euhedral to dendritic. The R_c-dependent shape change is more obvious at lower T_q. Pyroxene crystallization was suppressed in the run samples coolied at higher R_c. In addition, melt boundary layers are observed around pyroxene in the samples cooled at 0.3-1K/min, quenched at 1090℃ and cooled at 0.3-3K/min, quenched at 1060℃, and around plagioclase in the samples cooled at >3K/min, quenched at <1120℃. Lower diffusivity of Al_2O_3 compared to those of FeO and MgO is responsible for lower threshold cooling rate of melt boundary layer formation around pyroxene.

The maximum An# [=100Ca/(Ca + Na)] of plagioclase was almost the same among all run samples. We applied both plagioclase liquidus and plagioclase-melt An-partitioning thermometers of Putirka (2008) to the pairs of plagioclase rim-boundary layer melt (BLM) and plagioclase rim-far field melt (FFM) to estimate temperatures recorded in their phase compositions. At T_q=1150℃, the estimated temperatures well represent T_q for both BLM and FFM. However, at lower T_q, both of the thermometers estimate temperatures higher than T_q; difference between estimated temperature and T_q, ΔT, increases as decreasing T_q. The two thermometers estimate similar temperatures for each sample, and the differences between the two estimated temperatures do not depend on R_c. These results suggest that the plagioclase-melt partition coefficient of An component does not depend on the R_c. Therefore, the increase of ΔT at lower T_q is not due to the R_c-dependence of the partition coefficient. It is attributed to the kinetic delay of the crystal growth at lower temperature. On the other hand, the coincidence between calculated temperatures and T_q at 1150℃ suggests that kinetic delay of plagioclase crystal growth is small

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

at near liquidus temperature.

Present results show that plagioclase-melt thermometers can be applied regardless of the R_c at higher temperatures, while magmatic temperature tends to be overestimated due to kinetic delay of crystal growth at lower temperature.

キーワード：斜長石、結晶作用、カイネティクス、玄武岩、地質温度計
Keywords: plagioclase, crystallization, kinetics, basalt, geothermometry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Eruptive trends and dynamics of remote volcanoes detected form space-based thermal data and SO_2 emissions: a comparative analysis of Stromboli, Batu Tara and Tinakula volcanoes

*Corrado CIGOLINI[1], Marco Laiolo[1], Francesco Massimetti[1,2], Maurizio Ripepe[2], Diego Coppola[1]

1. Department of Earth Sciences, University of Torino, Italy, 2. Department of Earth Sciences, University of Firenze, Italy

South-Eastern Pacific has a large number of unmonitored volcanoes that may potentially produce large-scale eruptive events capable to affect highly-populated areas. Therefore, forecasting changes in volcanic activity in the light of historical time-series is a rather intriguing challenge for the space-based earth observations.
Batu Tara (Indonesia) and Tinakula (Solomon Island) are two poorly known volcanic islands with morphologies and reported short-term activities rather similar to the ones observed at Stromboli volcano (Italy). However, thanks to over a decade-long satellite data we are able to effectively compare the activity occurring at Stromboli (a unique natural laboratory and “open-vent” system) with those taking place at the above volcanoes.
We process and analyse the radiant flux (thermal activity) coupled with SO_2 emissions (degassing activity) at these three volcanoes for over a decade. The combined analysis of Volcanic Radiant Power (from MODIS data) and SO_2 burden (from OMI data) reveals different long-term eruptive trends, and contrasting ratio of gas vs. thermal emissions. In fact, the persistent open-vent explosive activity of Stromboli volcano is interrupted by flank effusions that periodically drain the degassed magma stored at shallow levels. On the other hand, the long-lasting exponential decay of both thermal and gas emissions observed at Batu Tara is consistent with the eruption of an “undegassed magma” from a deep, and likely a “closed” magma chamber. Finally, Tinakula volcano exhibits multiple year-long eruptive phases, characterised by evolving gas vs. thermal ratio correlated with an increasing eruptive intensity: thus suggesting the involvement of a volatile-zoned magma chamber with periodic phases of gas/magma accumulations.
Our results suggest that the combined analysis of satellite thermal/gas data is a useful tool for better understanding long-term volcanic dynamics and interpreting volcanic processes occurring at a shorter time-scale. We also stress that large satellite datasets on active volcanoes, available from different platforms, greatly enhance the opportunity to efficiently monitor remote volcanic targets in the attempt to mitigate volcanic risk.

Keywords: Remote volcanoes, satellite datasets, Volcanic Radiative Power, SO2 emissions, volcanic risk

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The source depth of Strombolian explosions: a multiparametric approach and comparison

*Jacopo Taddeucci[1], Miguel Angel Alatorre-Ibarguengoitia[2], Valeria Cigala[3], Elisabetta Del Bello[1], Damien Gaudin[4], Ulrich Kueppers[4], Tullio Ricci[1], Valentino Salvatore[5], Piergiorgio Scarlato[1]

1. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Rome, Italy, 2. Centro de Investigación en Gestión de Riesgo y Cambio Climático, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Mexico, 3. Department of Geosciences, Università degli Studi di Padova, Padua, Italy, 4. Department of Earth and Environmental Sciences. Ludwig-Maximilians-Universität (LMU). Munich, Germany, 5. Dipartimento di Scienze della Terra, Sapienza Università di Roma, Rome, Italy

The source depth of an individual explosion during Strombolian-style explosive volcanic activity can be defined as the depth of the region within the volcanic conduit where magma fragmentation occurs and the acceleration of pyroclasts by the expanding gas continuum begins. Source depth is thought to exert a first-order control on the final ejection dynamics of the pyroclasts and the ensuing eruptive styles and hazards. As such, different methods to estimate source depth have been developed in the past.

Here, we used three independent methods to estimate the source depth of some Strombolian explosions from Stromboli and Etna volcanoes (Italy). The first method uses the back-tracking of the trajectories of pyroclasts leaving the vent to infer their minimum release depth. It is a purely geometric method relying on the assumption that pyroclasts follow linear trajectories after fragmentation. The second method uses the time delay between the appearance of pyroclasts at the vent and the arrival of acoustic waves at a recording station at a known distance from the vent. This method relies on several assumptions, including (i) the sound velocity inside the conduit, (ii) the co-location of source depth of pyroclasts and acoustic waves, and (iii) a constant velocity of pyroclasts in the conduit, following the initial acceleration. The third method uses the velocity of pyroclasts progressively exiting the vent. This velocity decays following a non-linear trend which is function of the source depth, as illustrated by previous experimental and theoretical studies. As for the second method, also this last one assumes a constant velocity of pyroclasts rising in the conduit.

For the Etna case, the three methods provide consistent results and a shallow (<20 m) source depth of the explosions. For the Stromboli case, the first and third methods provide shallow (around 6 and 15 m, respectively) source depths while the second method provides depths of around 60 m. The incompatibility of such large depths with the first two methods, and given the relative assumptions, we believe that in the Stromboli case the co-location of the particles and acoustic source is probably the least strong assumption. These results suggest that caution should be used in assessing source depth from a single methodology, and that more investigations are required on the source of acoustic signals from the explosions and on the motion (specifically the acceleration and deceleration) of pyroclasts ascending along the conduit.

Keywords: strombolian, explosion, depth

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Magmatic aggregate of basaltic ash particles

*三輪 学央[1]、下司 信夫[2]
*Takahiro Miwa[1], Nobuo Geshi[2]

1. 防災科学技術研究所、2. 産業技術総合研究所
1. National research institute for earth science and disaster prevention, 2. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Dynamics of volcanic cloud and jet at the vent is largely controled by a grain size of pyroclast. The grain size is considered to be determined by primary fragmentation of magma, and subsequent breakup of pyroclasts due to therir collsions in upper conduit (Dufek et al. 2012). However, whether the breakup occurs or not depend on viscoelastic responce of magma (Dingwell and Webb, 1989).
In this study, we report aggregate of ash particles which is formed in magmatic temperature. We observed basaltic ash samples from Stromboli volcano, Italy, and Aso volcano, Japan. The “magmatic aggretate” shows texture that numerous small guest particles (< 200 μm) adhere or stick on a host particle (> 1 mm). All the host particles are catergorized to sideromelane having fluidal morphology. The guest particles are on fluidal surface of the host particle, and show fluidal and dense morphology. These characteristics found in the magmatic aggregate can be explaned by collision and aggretation of ash particles in high temperature condition. Here we model formation of the magmatic aggregates as passing of two frying particles bearing viscoelastic nature, by using viscosity of magma estimated (10^4-10^5 Pa s). When the relative velocity of the two particles falls the critical value, the two particles behave as viscous material, coalsece each other, and then form the magmatic aggregate. The result of calculation demonstrates that the critical relative velocity is approximately 10^{-2} m/s, and implies the magmatic aggregation is difficult to occur for silisic magma with highly viscosity. Thus we conclude that the collision can increase average grain size of pyroclast in basaltic system.

キーワード：噴火ダイナミクス、火山灰粒子の相互作用、マグマの粘弾性
Keywords: Eruptive dynamics, Interaction of ash particles, Viscoelastic response of magma

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

メルト包有物から探る伊豆大室山単成火山の噴火プロセス
Melt inclusion study on the eruption process of Izu-Omuroyama monogenetic volcano, Japan

畑田 璃瑳子[1]、*石橋 秀巳[1]、鈴木 雄介[2]、安田 敦[3]、外西 奈津美[3]
Risako Hatada[1], *Hidemi Ishibashi[1], Yusuke Suzuki[2], ATSUSHI YASUDA[3], Natsumi Hokanishi[3]

1. 静岡大学理学部地球科学専攻、2. 伊豆半島ジオパーク、3. 東京大学地震研究所
1. Faculty of Science, Shizuoka University, 2. Izu Peninsula Geopark, 3. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

伊豆大室山は，およそ15万年前より活動を継続する伊豆東部火山群に属する単成火山である．この火山群で最大の火砕丘である大室山を形成した噴火は約4000年前に発生し，溶岩流と降下テフラを合わせて約4.5億トンものマグマを噴出した(古谷野ほか, 1996)．その噴火規模は，同火山群内では最大のカワゴ平噴火(～3200年前)に次いで大きいものであった．大室山のような単成火山は，マグマ供給系が新しく形成されてから初めての噴火で形成する火山である．このため，その火山噴出物，特に斑晶には，マグマ供給系の誕生に関する情報が保持されている可能性がある．そこで本研究では，伊豆大室山噴火の降下スコリア中に含まれる斑晶鉱物とメルト包有物（MI）について組織観察と化学分析を行い，その噴火プロセスを検討した．

古谷野ほか(1996)によると，伊豆大室山噴火はサブプリニー式噴火から開始し(ステージA)，やや噴火の低調な時期を挟んで(ステージB)，メインのストロンボリ式噴火(ステージC)へと移行し，このとき大室山火砕丘を形成した．その後，小規模な爆発 (ステージD・E) を経て噴火が終息した．本研究ではステージ3のストロンボリ式噴火による降下スコリアを研究試料とし，東京大学地震研究所のFE-EPMAおよびEPMAを用いて岩石組織観察と鉱物・ガラスの化学分析を行った．

本研究試料のスコリアは，～3.3vol.%のオリビンと～5.4vol.%の斜長石を斑晶として含んでいた．石基は，数十～百μmサイズのオリビン・斜長石微斑晶とマトリクスから構成され，マトリクスはほぼガラス質の場合と，数十μm以下のマイクロライトに富む場合があった．オリビン斑晶は，リム付近を除いて粒内で化学的に均質であり，そのFo値は84から76まで変動するが，83-84のものが多数であった．オリビン微斑晶はFo~74-83で，低Fo値の斑晶と微量元素組成も同じであった．斜長石斑晶の大部分は，低An(～30-60)のコアを高An(～84)のリムが囲む逆累帯構造を示し，汚濁帯が普遍的にみられた．斜長石微斑晶の化学組成は，斑晶リムと同じであった．オリビン・斜長石斑晶にはMIが見られ，そのSiO$_2$量はそれぞれ52-60wt.%と57-78wt.%であった．このうちSiO$_2$～57-60wt.%のメルト組成は，オリビン・斜長石中のMIと石基ガラスで一致した．このメルトについて斜長石-オリビン-メルト共存関係から見積もった温度・含水量はそれぞれ1080℃，2.0wt.%で，そのH$_2$O飽和深度は約2㎞であった．また，斜長石斑晶中にはSiO$_2$～70-74wt.%の流紋岩質MIが多く見られ，斜長石のFe濃度もこれらのMIと平衡値を示した．800-850℃を仮定して，斜長石-メルト含水量計から見積もったメルト含水量は～6.2-9.2wt.%で，そのH$_2$O飽和深度は～8-14㎞であった．更に，オリビン中のMIのうちSiO$_2$＜57wt.%のものは硫黄に富み(SO$_3$~0.3-0.5wt.%)，硫黄に乏しい他のMIよりも深部起源と考えられる．

以上の結果から，大室山の地下～11㎞にはその噴火以前から流紋岩質メルトが存在し，より深部由来のオリビンを含む玄武岩質安山岩メルトが上昇過程でこの流紋岩質メルト・斜長石をとり込んで安山岩マグマとなり，約2㎞の深さで一旦停止して微斑晶を晶出した後に噴火したものと考えられる．そして，伊豆東部火山群で初めての流紋岩質マグマ噴火（3200年前のカワゴ平噴火）より800年以上前から，この地域の地下に流紋岩質マグマが存在したことを示唆する．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：メルト包有物、単成火山、流紋岩、伊豆大室山、斜長石
Keywords: melt inclusion, monogenetic volcano, rhyolite, Izu-Omuroyama, plagioclase

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Time-series variation in the textures of ejecta of the An'ei eruption, Izu-Oshima

*池永 有弥[1]、前野 深[1]、安田 敦[1]
*Yuya Ikenaga[1], Fukashi Maeno[1], ATSUSHI YASUDA[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

In Izu-Oshima, a large-scale eruption called the An’ ei eruption began in 1777. This eruption lasted for 15 years, and scoria and lava flows were strongly ejected before ash eruption period (Nakamura, 1964; Isshiki, 1984; Koyama and Hayakawa, 1996, Tsukui et al, 2009). As for scoria eruption, the transition of the intensity of eruption was unveiled (Ikenaga et al., 2018). Scoria eruption in the initial stage (Unit A) was somewhat weak and scoria is poor in plagioclase phenocrysts (Pl). After the small-scale scoria eruption (Unit B, rich in Pl), the climax stage (Unit C) occurred. Scoria in Unit C is richest in Pl and eruption column height of this unit is inferred to be approximately 10km. The change in the textures of scoriae among these 3 units, however, has not been investigated yet. It becomes clear in this study that there are differences in the textures of scoriae.

The scoria of Unit A (A-scoria) is rich in microlites and the groundmass glass has low transparency. The surface of bubbles is rough and many bubbles are connected each other. On the other hand, the scoria of Unit C (C-scoria) has almost no microlites and the glass is transparent. The shape of bubbles is spherical or ellipsoid, and the surface of bubbles is smooth. The connectivity of bubbles is low. The characteristics of the scoria of Unit B (B-scoria) are intermediate between those of A- and C-scoria. Considering the transition in the intensity of eruption, magma ascent rate of Unit A is expected to have been low than that of Unit C, and the crystallization of microlites and connection of bubbles in Unit A were probably caused because of low decompression rate.

The compositions of Pl, groundmass glass and melt inclusions in Pl of scoriae were measured using EPMA, and there are no difference in these compositions among 3 units. It is inferred from this result that the change in the intensity of 3 units was not caused by injection of undifferentiated magma into magma chamber, but caused by other processes, such as decompression of magma chamber after the eruption of Unit A. It is a future issue to reveal the cause of the change in intensity.

キーワード：伊豆大島、組織変化、噴出物組成
Keywords: Izu-Oshima, Transition in texture, Composition of eruption products

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The textural analysis of pumice from the Plinian eruption of Taupo volcano: implications for tube pumice

*大橋 正俊[1]、市原 美恵[2]、前野 深[2]、Kennedy Ben[3]、Gravley Darren[3]
*Masatoshi Ohashi[1], Mie Ichihara[2], Fukashi Maeno[2], Ben Kennedy[3], Darren Gravley[3]

1. 東京大学大学院理学系研究科、2. 東京大学地震研究所、3. The University of Canterbury
1. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo, 2. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 3. Department of Geological Sciences, The University of Canterbury

Tube pumice is characterized by aligned highly elongated bubbles and is a common product of explosive silicic eruptions. This bubble texture is thought to reflect shear deformations during flow in a conduit (Marti et al., 1999). Therefore, quantitative measurements of tube pumice texture can inform conduit flow models. Recent development in X-ray tomography allows us to measure bubble shapes in 3D pumice accurately (e.g., Dingwell et al., 2016). In addition to the microscopic structures of individual pumices, the abundance of tube and non-tube pumices in the stratigraphy is important in inferring temporal and spatial variations in a conduit flow. This study aims at quantifying micro-structural and stratigraphic features of pumice from the 1.8 ka eruption of Taupo volcano, New Zealand.

The 1.8 ka eruption is the most recent large eruptive event from Taupo volcano. It is characterized by various eruptive styles, including three phreatomagmatic fall deposits (units 1, 3, 4), Hatepe plinian fall deposit (unit 2), Taupo plinian fall deposit (unit 5), and Taupo ignimbrite (unit 6) (Houghton et al., 2010). Since those deposits show chemically uniform pumices and melt inclusions, the great diversity of bubble textures in pumices may reflect purely physical processes in the eruption. We collected samples from the units of the two plinian eruptions (units 2 and 5) and the ignimbrite (unit 6), and measured bubble textures and vesicularities. Among those units, we focused on unit 5 to investigate the transition from plinian fall to ignimbrite. For this purpose, a detailed sampling of unit 5 was conducted at an outcrop about 25 km away from the vent, where the unit consists of a fine lower part (40 cm) and a coarse upper part (180 cm). We sampled clasts from the bottom to top of the unit 5 layer at 20cm interval. The bubble textures of more than 1000 pumice samples were measured by a digital microscope (VHX-1000, Keyence) with variable illumination function. The illumination was optimized to make good luminance contrast between the flat surface and bubbles for image analysis.

The image analysis shows that bubbles in unit 5 are more elongated than those in unit 2 and less elongated than those in unit 6. The average values of bubble elongation in unit 2 and 6 are proportional to those of vesicularity. In contrast, bubble elongation and vesicularity are uniform within unit 5. The component analysis over unit 5 shows that the weight percentage of lithics is also uniform except in the lowest part. The relatively high lithic content in the lowest part suggests vent widened or shifted location at the beginning of the Taupo plinian event.

Previous studies in other volcanoes suggest that bubbles in the pre-ignimbrite phase become more elongated toward the flow stage (Taddeucci and Wohletz 2001, Polacci et al., 2003). The increased amount of tube pumice is thought to reflect a gradual transition from fallout to ignimbrite, and it was interpreted as a result of increased erosive activity near the conduit wall, or a greater conduit area available for shearing (Polacci et al., 2003). In contrast, no such variation of bubble texture is observed in Taupo plinian event (unit 5), which implies that a steady conduit flow was sustained during the pre-ignimbrite fallout eruption. The ignimbrite (unit 6) might not simply be the result of a collapsing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

plinian eruption column. It is also possible that the topmost part of unit 5 had been eroded by and/or mixed with the pyroclastic flow that deposited the subsequent ignimbrite (unit 6).

キーワード：気泡組織、チューブパミス、タウポ火山
Keywords: bubble texture, tube pumice, Taupo

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_5

[S-VC37] 火山噴火のダイナミクスと素過程

コンビーナ:鈴木 雄治郎(東京大学地震研究所)

火山・火成活動現象とそれらを支配する微視的な現象を統一的に理解するための試みについて議論する．噴火の準備過程，マグマ上昇過程，噴出物挙動などのダイナミクスと素過程の基礎研究や，現象の階層を横断して理解するための手法開発についても議論したい．研究手法は問わず，観測・実験・数値計算などの幅広い分野からの発表，また火山・火成活動現象の理解において重要な分野横断型研究の発表も歓迎する．

[SVC37-P01] **Geochemical interpretation of Ulleung Island volcanic rocks: Implication for the new magmatic model for plume-slab interaction in East Asia**

*Chungwan LIM[1]、Dohyun Kim[1] (1.Kongju National University)

[SVC37-P02] 鉛直方向に非一様な気泡合体過程の1次元粒子モデル

*丸石 崇史[1] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻)

[SVC37-P03] 北西九州、北松浦玄武岩にある100m厚の玄武岩質溶岩の形成過程

*荒木 亮太郎[1]、柵山 徹也[1] (1.大阪市立大学)

[SVC37-P04] 宇宙線ミュオンを用いた火山イメージング観測手法の紹介

*宮本 成悟[1] (1.東京大学地震研究所)

[SVC37-P05] 大室山での全方位ミュオグラフィに向けたシミュレーションとテスト観測

*長原 翔伍[1]、宮本 成悟[1]、森島 邦博[2]、中野 敏行[2]、小山 真人[3]、鈴木 雄介[4] (1.東京大学地震研究所、2.名古屋大学、3.静岡大学、4.伊豆半島ジオパーク推進協議会事務局)

[SVC37-P06] 地形を考慮した有限要素法による火山性地殻変動の力源推定

*山田 晋也[1]、小林 知勝[1] (1.国土地理院)

Geochemical interpretation of Ulleung Island volcanic rocks: Implication for the new magmatic model for plume-slab interaction in East Asia

*Chungwan LIM[1], Dohyun Kim[1]

1. Kongju National University

Ulleung Island has been considered as an intraplate volcanic island located in the East Sea/Japan Sea. The alkaline tephra originated from Ulleung Island has played an important role in understanding of the intraplate alkaline volcanism during the Quaternary. Ulleung Island on volcanism that occurs far from plate margins is abstruse with the current paradigm of plate tectonics. The Ulleung Island volcanic complex is unlikely to result from a mantle plume rising at the base of the mantle.

Ulleung Island is consisted of basaltic lava, agglomerate succession, and trachytic/phonolitic pumiceous tephra. The analyses of chemical compositions of glass shards in Ulleung tephras is necessary to identify each unit. During the Quaternary, at least six pumiceous tephras (UT-1~6) covered the island for this research. Based on the relationships of SiO_2, the Al_2O_3, Na_2O, K_2O, and Fe_2O_3 contents of the tephras increase as SiO_2 increases and decrease MgO as SiO_2 increases in Ulleung tephras. The trace elements in tephra show intra-plate type characteristics. Sr-Nd-Pb isotopic data from the literature of volcanic glass shards suggest that the mix in magma source might have involved EM1 and EM2-components of Quaternary tephras from Ulleung Island, South Korea.

This study has two principal objectives: First, multiple Ulleung tephras are expected to detect and identify the Ulleung Island. In order to accurately identify and correlate the tephras, it is necessary to consider stratigraphic position as well as geochemical characteristics. The chemical composition of volcanic glass shards is a useful tool for evaluating mixtures of multiple layers. The heavy mineral composition can also be used to identify tephra units. In order to reveal the distribution of each tephra unit to a high degree of certainty, characteristics such as heavy mineral and chemical compositions of each unit must be determined in greater detail itself. Second, we propose that the anomaly represents lithospheric mantle that had been accompanied by beneath the sinking lithosphere of the Philippine Sea Plate and was erupted through a slab-tear in the subducting slab. We suggest that this subduction-induced upwelling process produces mantle-upwelling that feeds the Ulleung Island volcanoes. Subduction-induced upwelling may also may explain back-arc volcanism at other subduction zones in East Asia.

Keywords: Ulleung Island volcano, intraplate, plume-slab interaction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

鉛直方向に非一様な気泡合体過程の1次元粒子モデル
1D particle model for vertiacal non-uniform bubble coalescence

*丸石 崇史[1]
*Maruishi Takafumi[1]

1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Sciences, Kyushu University

気泡合体は脱ガスやマグマの破砕などと結びつき、ダイナミクスを支配するため重要である。
これまで気泡合体によるサイズ分布変化は、空間的一様に合体が進行していくと仮定したモデルが使用されてきた(Macini et al.2016など)。しかし脱ガス過程においては火道半径方向、鉛直方向に非一様的な気泡合体が重要であると考えられており、気泡分布の空間的偏りがある場合の合体過程を取り扱うモデルが必要である。

そこで本研究では、気泡を1次元の線上を移動する粒子として表現して、粒子同士が接触すると合体するというシンプルなモデルを構築して、鉛直方向に非一様な合体過程における気泡サイズ分布を調べた。粒子はサイズに応じた速度を持ち(浮力上昇)、高度と時間に応じてサイズが増す(膨張・成長)とした。なお、本モデルは気泡成長と移流を考慮しない場合にはMeakin(1989)によるモデルと等価となる。粒子は一定のレートで系の下端に供給する(発泡)。これは発泡した気泡たちがマグマとともに上昇して、浮力による速度差と膨張・成長によって接近して合体することに対応している。発泡、浮力上昇、膨張・成長の時間スケールを広くコントロールして数値計算を行った。

その結果、発泡と合体がつり合うパラメータ範囲があり、サイズ分布は供給する粒子の半径と個数のゆらぎに依らず、動的なスケーリング則を示すことがわかった。また上昇・膨張・成長で仮定した指数則と鉛直方向のスケーリング指数の関係式を、サイズ分布が自己相似的であるという仮定のもと保存則から導出した。

キーワード：気泡合体
Keywords: bubble coalescence

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北西九州、北松浦玄武岩にある100m厚の玄武岩質溶岩の形成過程
The formation process of a 100m thick basaltic lava flow in the Kitamatsuura basalts, northwestern Kyushu

*荒木 亮太郎[1]、柵山 徹也[1]
*Ryotaro Araki[1], Tetsuya Sakuyama[1]

1. 大阪市立大学
1. Osaka City University

北松浦玄武岩類は北西九州北松浦半島を広く覆い、西南日本で新生代最大級となる玄武岩質溶岩の噴出活動である。本玄武岩類火山活動は、最末期に複数の噴出源からサブアルカリ玄武岩溶岩を噴出し、約6.5Maに終了している。潜竜地域にはその最末期の噴出で形成された潜竜白岳という玄武岩質溶岩から構成される山体が存在する(松井ほか,1989; Sakuyama et al., 2009)。潜竜白岳は比高約100mに達するにもかかわらず、フローユニットの境界が確認されていない(Fukuyama, 1960, 1961; Kurasawa, 1967)。本玄武岩溶岩と下位の玄武岩台地との間に挟まる火山礫凝灰岩層が、下位の玄武岩台地の上面を広く覆って分布し、その上のより狭い範囲に潜竜白岳が定置している(松井ほか, 1989)。火山礫凝灰岩層より風化や侵食に対して強固だと考えられる玄武岩溶岩が選択的に浸食されるということは考えにくく、谷地形を埋めた玄武岩溶岩が浸食されたことで潜竜白岳の分厚い溶岩からなる山体が残ったとは考えにくい。このことから潜竜白岳は1枚の玄武岩質溶岩流であると考えられる。

火山を形成する溶岩流の厚さや流走距離は、一般的には化学組成に応じて系統的に変化する。玄武岩質溶岩の粘性は低いため、安山岩質や流紋岩質の溶岩流より玄武質溶岩流の流走距離は長くなり、平均的な厚さはせいぜい30m程度である(Walker et al., 1973)。一方で、潜竜白岳は前述のように玄武岩質にもかかわらず比高約100m厚さを有する。本研究ではこの潜竜白岳の山体を形成した溶岩流について岩石学的観点から検討を行った。

潜竜白岳から新たに採取した試料の全岩化学組成分析を蛍光X線分析装置を用いて行い、潜竜白岳玄武岩質溶岩は、SiO_2 = 50 ~ 53 wt%、 MgO = 7 ~ 11 wt%、 FeO*/MgO = 0.87 ~ 1.5の未分化に近い玄武岩で形成されていることが確認された。斑晶はかんらん石を主とし、少量の単斜輝石、直方輝石を含み、総斑晶量は3 ~ 15 vol%であった。試料採取高度と全岩化学組成には相関関係があり、比高が高くなるほど全岩SiO2 量が増加し、MgO 量は減少する傾向がみられた。

まず溶岩噴出時に斑晶のみが結晶化していたと仮定し、メルトの粘性をHui & Zhang(2007)のモデル、結晶がマグマの粘性に与える効果をPinkerton & Stevenson(1992)のモデルを用いて、溶岩流の粘性を計算した。メルト組成は、全岩化学組成、斑晶モード組成、鉱物組成を用いて見積もった。マグマ中の水はすべて揮発していたとし、噴出時のマグマ温度は輝石温度計を用いて見積もった1320 Kを使用した。溶岩流のモデルには、Griffiths & Fink(1993)の冷却による固体殻形成によってマグマの流走が停止するモデルを用いた。本研究では、マグマ噴出量、噴出量の時間変化率、マグマの温度の3つを変数として考察し、潜竜白岳溶岩の厚さや流走半径を説明できる条件を検討した。その結果、初期噴出量、噴出率の時間変化率を変化させても、厚さはせいぜい20ｍ程度にしかならず、潜竜白岳の100m厚の溶岩流を再現することはできなかった。次に噴出時の結晶化度を50%として、上記と同様の検討を行ったが、厚さはせいぜい30ｍ程度であった。このことから、100ｍの厚さの玄武岩質溶岩流を形成するには、より低温で噴出した可能性などが考えられる。

キーワード：北松浦玄武岩類、溶岩流の厚さ、マグマ粘性
Keywords: Kita-matsuura Basalts, lava flow thickness, magma viscosity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

宇宙線ミュオンを用いた火山イメージング観測手法の紹介
An introduction to the observation method of imaging volcanoes by using cosmic-ray muons

*宮本 成悟[1]
*Seigo Miyamoto[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earth Reasearch Institute, University of Tokyo

この発表の目的は，宇宙線に含まれる高エネルギーミュオンを用い，火山など巨大構造物内部の密度構造を探査する手法を周知することにある。認知度が低い理由はいくつか考えられ，例えばこの手法が地球惑星科学に応用され始めてからまだ歴史が浅いこと，「宇宙線」あるいは「素粒子」の一つである「ミュオン」に関する知識が広く伝わってないことなどが考えられる。この発表ではそのような状況改善のため，宇宙線ミュオンを用いた火山の密度イメージングの基礎的な原理，これまでに行われてきた観測例，並びに現在進行中の観測計画や技術発展の歴史をレビューする。

キーワード：火山、宇宙線、ミューオン、イメージング
Keywords: volcano, cosmic-ray, muon, imaging

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大室山での全方位ミュオグラフィに向けたシミュレーションとテスト観測
Simulation and test observation for omni-directional muography at Omuro-yama

*長原 翔伍[1]、宮本 成悟[1]、森島 邦博[2]、中野 敏行[2]、小山 真人[3]、鈴木 雄介[4]
*Shogo Nagahara[1], Seigo Miyamoto[1], Kunihiro Morishima[2], Toshiyuki Nakano[2], Masato Koyama[3], Yusuke Suzuki[4]

1. 東京大学地震研究所、2. 名古屋大学、3. 静岡大学、4. 伊豆半島ジオパーク推進協議会事務局
1. Earthquake Research Institute,the University of Tokyo, 2. Nagoya University, 3. Shizuoka University, 4. Izu Peninsula Geopark Promotion Council

火山の噴火現象の理解において，火口近くの火道の大きさと形状は重要である．火道の大きさは数m～数百m程度であり，実際の火道は単純な円柱ではないと考えられているため，一番大きな数百mの火道を想定した場合，数十ｍ程度の空間分解能があれば火道の形状を３次元的に明らかにすることができる．

これに対し，数m～数十m程度の高い空間分解能で2次元透視画像を得ることに成功している技術が「ミュオグラフィ」である．近年では，これを複数方向から実施することで３次元密度構造を推定した例もあるが，これらは観測点数が少なく，数百ｍ単位の密度コントラストしか捉えられなかった．これを20m程度の空間分解能で3次元密度構造推定を行う新たな手法として，我々は10点以上の観測点を用い，観測対象を全方位から観測する「全方位ミュオグラフィ」の観測計画を進めている．

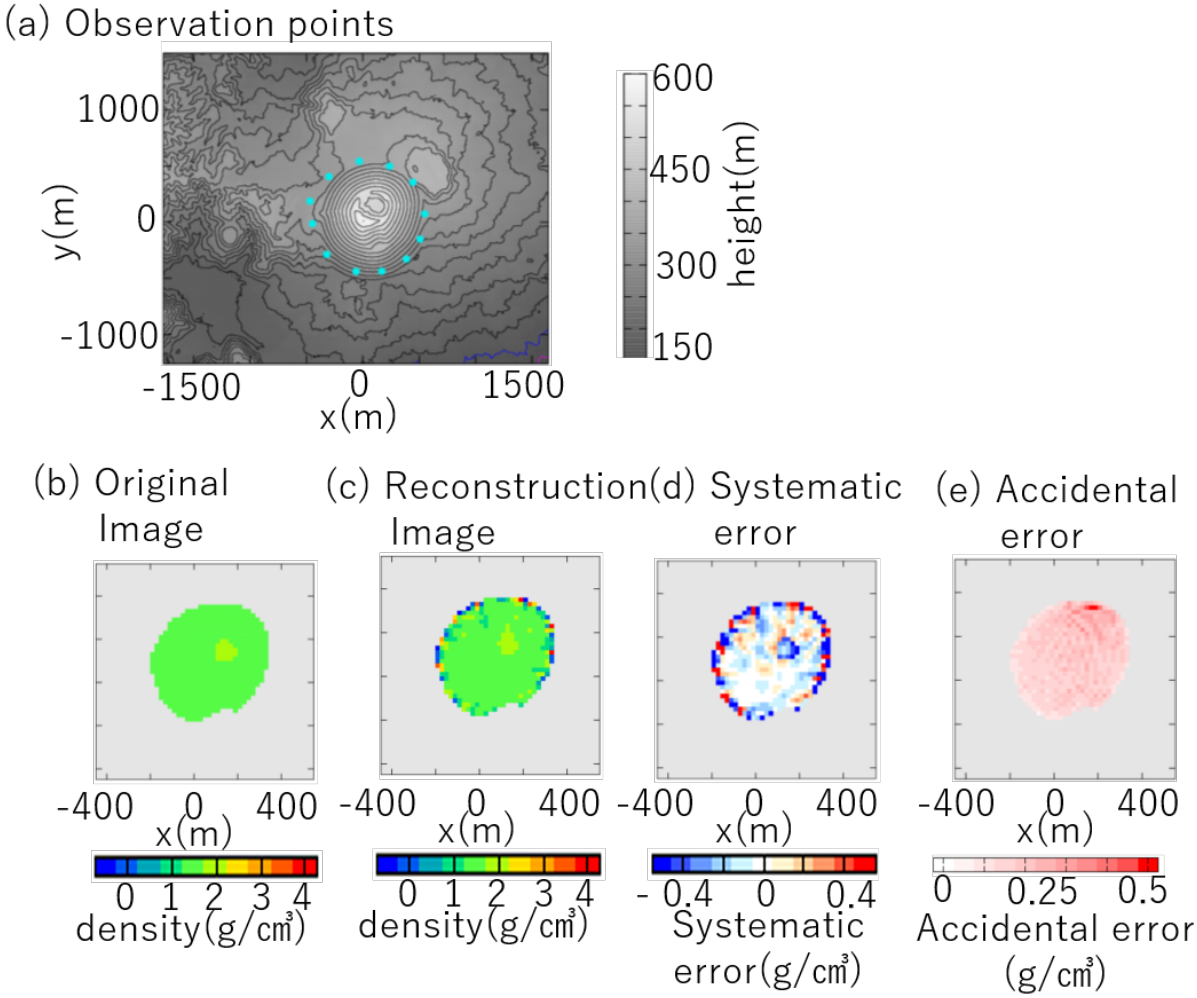
この全方位ミュオグラフィの実証観測のターゲットとしているのが，静岡県伊東市の大室山である．大室山をターゲットとした理由は２つある． １つは，大室山は一度の噴火で形成されたスコリア丘であり，単純な構造が期待され、意味のある結果が得やすいことである． ２つ目は，周囲に宇宙線ミュオンを遮蔽するような地形がなく，アクセスも容易であることである．また，これまでの火山に対するミュオグラフィは溶岩ドームや複成火山のみで，スコリア丘でミュオグラフィを実施すれば世界初の事例となる．

全方位ミュオグラフィ観測に先立ち，シミュレーションによる実現可能性評価とテスト観測を行った．シミュレーションにはFiltered Back projection法を応用した手法を用いた．その結果，各観測点で観測されるミュオン数で最低限のS/N比を確保する必要があることがわかった．テスト観測は大室山の100ｍ単位の大まかな構造を把握する目的で行い，3方向から観測した．その結果，クレーターリム部分に高密度部分があることがわかった．これは古谷野他 (1996) に記述されている，噴火の最終段階でクレーター内に溶岩湖が形成されたことと関連している可能性が考えられる．

本発表では，全方位ミュオグラフィの概要と大室山でのシミュレーション結果，テスト観測から得られてた大室山の密度構造，及びそれらを踏まえた今後の観測計画について報告する．

キーワード：火山、3次元、宇宙線、ミューオン
Keywords: volcano, three-dimensional, cosmic-ray, muon

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



Simulation results when we set 12 observation points and use the detectors which are 0.04㎡ for 90 days. (a) DEM (Digital Elevation Map) near Omuro-yama and observation points (blue dots) in this simulation. (b)-(e) Density structure and error at 490m height in this simulation.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地形を考慮した有限要素法による火山性地殻変動の力源推定
Estimation of pressure source occurring volcanic crustal deformation with FEM considering topography

*山田 晋也[1]、小林 知勝[1]
*Shinya Yamada[1], Tomokazu Kobayashi[1]

1. 国土地理院
1. GSI of Japan

火山の活動状況を把握し、それを評価するために、マグマ等の挙動を把握することが必要不可欠である。火山噴火等の火山災害発生時にはGNSSや干渉SARで得られた地殻変動の観測結果を用いて、球状圧力源の体積変化もしくは板状岩脈の開口変位を仮定した力源の推定を行っている。従来、一般的には地殻変動を計算する際には半無限均質弾性体を仮定したモデルの元で計算を行っていた。しかし特に火山の浅部に力源が存在する場合、地形の影響が無視できなくなる。また近年、干渉SARの技術の発展に伴い、火口とその周辺の地殻変動を面的に観測できるようになり、詳細な解析ができるようになった。そのため、より正確に力源を推定するためには地形を加味した推定を行う必要がある。

このような背景を基に、弾性体を微小なメッシュに分割し、メッシュごとに変動の計算を行う有限要素法を取り入れた地殻変動計算システムを開発した。これによりモデルの地形・地下構造を加味した解析ができるようになった。本研究では、有限要素法を用いて推定した力源と従来の方法で推定した力源との比較検討を行う。本発表では主に2014年の長野県御嶽山噴火を対象に検証を行った。御嶽山の噴火の際には、ALOS-2衛星によるSAR干渉解析を行い、火口とその周辺で約10cmの衛星に近づく地殻変動が検出された（山田ほか，2014）。この観測結果を基に従来の半無限均質弾性体を仮定したモデルで力源の推定を行い、ほぼ垂直のクラックが45cm開口したとする推定結果が得られた。しかし、この噴火で地殻変動が観測された領域の地形は急峻であり、地形の影響も受けていると考えられることから、本発表で従来の推定結果と地形の影響を考慮して推定した場合とを比較した結果を報告する。

謝辞：本研究で用いただいち2号のデータは、だいち2号に関する国土地理院とJAXAの間の協定及び火山噴火予知連絡会衛星解析グループ（火山WG）を通じて、（国研）宇宙航空研究開発機構（JAXA）から提供を受けました。ここで使用しただいち2号の原初データの所有権は、JAXAにあります。

キーワード：有限要素法、御嶽山、GNSS、干渉SAR、だいち2号
Keywords: FEM, Mt.Ontake, GNSS, InSAR, ALOS-2

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_24

[S-VC37] 火山噴火のダイナミクスと素過程

コンビーナ:鈴木 雄治郎(東京大学地震研究所)

火山・火成活動現象とそれらを支配する微視的な現象を統一的に理解するための試みについて議論する．噴火の準備過程，マグマ上昇過程，噴出物挙動などのダイナミクスと素過程の基礎研究や，現象の階層を横断して理解するための手法開発についても議論したい．研究手法は問わず，観測・実験・数値計算などの幅広い分野からの発表，また火山・火成活動現象の理解において重要な分野横断型研究の発表も歓迎する．

[SVC37-P01] **Geochemical interpretation of Ulleung Island volcanic rocks: Implication for the new magmatic model for plume-slab interaction in East Asia**

*Chungwan LIM[1]、Dohyun Kim[1] (1.Kongju National University)

[SVC37-P02] 鉛直方向に非一様な気泡合体過程の1次元粒子モデル

*丸石 崇史[1] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻)

[SVC37-P03] 北西九州、北松浦玄武岩にある100m厚の玄武岩質溶岩の形成過程

*荒木 亮太郎[1]、柵山 徹也[1] (1.大阪市立大学)

[SVC37-P04] 宇宙線ミュオンを用いた火山イメージング観測手法の紹介

*宮本 成悟[1] (1.東京大学地震研究所)

[SVC37-P05] 大室山での全方位ミュオグラフィに向けたシミュレーションとテスト観測

*長原 翔伍[1]、宮本 成悟[1]、森島 邦博[2]、中野 敏行[2]、小山 真人[3]、鈴木 雄介[4] (1.東京大学地震研究所、2.名古屋大学、3.静岡大学、4.伊豆半島ジオパーク推進協議会事務局)

[SVC37-P06] 地形を考慮した有限要素法による火山性地殻変動の力源推定

*山田 晋也[1]、小林 知勝[1] (1.国土地理院)

Geochemical interpretation of Ulleung Island volcanic rocks: Implication for the new magmatic model for plume-slab interaction in East Asia

*Chungwan LIM[1], Dohyun Kim[1]

1. Kongju National University

Ulleung Island has been considered as an intraplate volcanic island located in the East Sea/Japan Sea. The alkaline tephra originated from Ulleung Island has played an important role in understanding of the intraplate alkaline volcanism during the Quaternary. Ulleung Island on volcanism that occurs far from plate margins is abstruse with the current paradigm of plate tectonics. The Ulleung Island volcanic complex is unlikely to result from a mantle plume rising at the base of the mantle.

Ulleung Island is consisted of basaltic lava, agglomerate succession, and trachytic/phonolitic pumiceous tephra. The analyses of chemical compositions of glass shards in Ulleung tephras is necessary to identify each unit. During the Quaternary, at least six pumiceous tephras (UT-1~6) covered the island for this research. Based on the relationships of SiO_2, the Al_2O_3, Na_2O, K_2O, and Fe_2O_3 contents of the tephras increase as SiO_2 increases and decrease MgO as SiO_2 increases in Ulleung tephras. The trace elements in tephra show intra-plate type characteristics. Sr-Nd-Pb isotopic data from the literature of volcanic glass shards suggest that the mix in magma source might have involved EM1 and EM2-components of Quaternary tephras from Ulleung Island, South Korea.

This study has two principal objectives: First, multiple Ulleung tephras are expected to detect and identify the Ulleung Island. In order to accurately identify and correlate the tephras, it is necessary to consider stratigraphic position as well as geochemical characteristics. The chemical composition of volcanic glass shards is a useful tool for evaluating mixtures of multiple layers. The heavy mineral composition can also be used to identify tephra units. In order to reveal the distribution of each tephra unit to a high degree of certainty, characteristics such as heavy mineral and chemical compositions of each unit must be determined in greater detail itself. Second, we propose that the anomaly represents lithospheric mantle that had been accompanied by beneath the sinking lithosphere of the Philippine Sea Plate and was erupted through a slab-tear in the subducting slab. We suggest that this subduction-induced upwelling process produces mantle-upwelling that feeds the Ulleung Island volcanoes. Subduction-induced upwelling may also may explain back-arc volcanism at other subduction zones in East Asia.

Keywords: Ulleung Island volcano, intraplate, plume-slab interaction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

鉛直方向に非一様な気泡合体過程の1次元粒子モデル
1D particle model for vertiacal non-uniform bubble coalescence

*丸石 崇史[1]
*Maruishi Takafumi[1]

1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Sciences, Kyushu University

気泡合体は脱ガスやマグマの破砕などと結びつき、ダイナミクスを支配するため重要である。
これまで気泡合体によるサイズ分布変化は、空間的一様に合体が進行していくと仮定したモデルが使用されてきた(Macini et al.2016など)。しかし脱ガス過程においては火道半径方向、鉛直方向に非一様的な気泡合体が重要であると考えられており、気泡分布の空間的偏りがある場合の合体過程を取り扱うモデルが必要である。

そこで本研究では、気泡を1次元の線上を移動する粒子として表現して、粒子同士が接触すると合体するというシンプルなモデルを構築して、鉛直方向に非一様な合体過程における気泡サイズ分布を調べた。粒子はサイズに応じた速度を持ち(浮力上昇)、高度と時間に応じてサイズが増す(膨張・成長)とした。なお、本モデルは気泡成長と移流を考慮しない場合にはMeakin(1989)によるモデルと等価となる。粒子は一定のレートで系の下端に供給する(発泡)。これは発泡した気泡たちがマグマとともに上昇して、浮力による速度差と膨張・成長によって接近して合体することに対応している。発泡、浮力上昇、膨張・成長の時間スケールを広くコントロールして数値計算を行った。

その結果、発泡と合体がつり合うパラメータ範囲があり、サイズ分布は供給する粒子の半径と個数のゆらぎに依らず、動的なスケーリング則を示すことがわかった。また上昇・膨張・成長で仮定した指数則と鉛直方向のスケーリング指数の関係式を、サイズ分布が自己相似的であるという仮定のもと保存則から導出した。

キーワード：気泡合体
Keywords: bubble coalescence

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北西九州、北松浦玄武岩にある100m厚の玄武岩質溶岩の形成過程
The formation process of a 100m thick basaltic lava flow in the Kitamatsuura basalts, northwestern Kyushu

*荒木 亮太郎[1]、柵山 徹也[1]
*Ryotaro Araki[1], Tetsuya Sakuyama[1]

1. 大阪市立大学
1. Osaka City University

北松浦玄武岩類は北西九州北松浦半島を広く覆い、西南日本で新生代最大級となる玄武岩質溶岩の噴出活動である。本玄武岩類火山活動は、最末期に複数の噴出源からサブアルカリ玄武岩溶岩を噴出し、約6.5Maに終了している。潜竜地域にはその最末期の噴出で形成された潜竜白岳という玄武岩質溶岩から構成される山体が存在する(松井ほか,1989; Sakuyama et al., 2009)。潜竜白岳は比高約100mに達するにもかかわらず、フローユニットの境界が確認されていない(Fukuyama, 1960, 1961; Kurasawa, 1967)。本玄武岩溶岩と下位の玄武岩台地との間に挟まる火山礫凝灰岩層が、下位の玄武岩台地の上面を広く覆って分布し、その上のより狭い範囲に潜竜白岳が定置している(松井ほか, 1989)。火山礫凝灰岩層より風化や侵食に対して強固だと考えられる玄武岩溶岩が選択的に浸食されるということは考えにくく、谷地形を埋めた玄武岩溶岩が浸食されたことで潜竜白岳の分厚い溶岩からなる山体が残ったとは考えにくい。このことから潜竜白岳は1枚の玄武岩質溶岩流であると考えられる。

火山を形成する溶岩流の厚さや流走距離は、一般的には化学組成に応じて系統的に変化する。玄武岩質溶岩の粘性は低いため、安山岩質や流紋岩質の溶岩流より玄武質溶岩流の流走距離は長くなり、平均的な厚さはせいぜい30m程度である(Walker et al., 1973)。一方で、潜竜白岳は前述のように玄武岩質にもかかわらず比高約100m厚さを有する。本研究ではこの潜竜白岳の山体を形成した溶岩流について岩石学的観点から検討を行った。

潜竜白岳から新たに採取した試料の全岩化学組成分析を蛍光X線分析装置を用いて行い、潜竜白岳玄武岩質溶岩は、SiO_2 = 50 ~ 53 wt%、 MgO = 7 ~ 11 wt%、 FeO*/MgO = 0.87 ~ 1.5の未分化に近い玄武岩で形成されていることが確認された。斑晶はかんらん石を主とし、少量の単斜輝石、直方輝石を含み、総斑晶量は3 ~ 15 vol%であった。試料採取高度と全岩化学組成には相関関係があり、比高が高くなるほど全岩SiO2 量が増加し、MgO 量は減少する傾向がみられた。

まず溶岩噴出時に斑晶のみが結晶化していたと仮定し、メルトの粘性をHui & Zhang(2007)のモデル、結晶がマグマの粘性に与える効果をPinkerton & Stevenson(1992)のモデルを用いて、溶岩流の粘性を計算した。メルト組成は、全岩化学組成、斑晶モード組成、鉱物組成を用いて見積もった。マグマ中の水はすべて揮発していたとし、噴出時のマグマ温度は輝石温度計を用いて見積もった1320 Kを使用した。溶岩流のモデルには、Griffiths & Fink(1993)の冷却による固体殻形成によってマグマの流走が停止するモデルを用いた。本研究では、マグマ噴出量、噴出量の時間変化率、マグマの温度の3つを変数として考察し、潜竜白岳溶岩の厚さや流走半径を説明できる条件を検討した。その結果、初期噴出量、噴出率の時間変化率を変化させても、厚さはせいぜい20ｍ程度にしかならず、潜竜白岳の100m厚の溶岩流を再現することはできなかった。次に噴出時の結晶化度を50%として、上記と同様の検討を行ったが、厚さはせいぜい30ｍ程度であった。このことから、100ｍの厚さの玄武岩質溶岩流を形成するには、より低温で噴出した可能性などが考えられる。

キーワード：北松浦玄武岩類、溶岩流の厚さ、マグマ粘性
Keywords: Kita-matsuura Basalts, lava flow thickness, magma viscosity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

宇宙線ミュオンを用いた火山イメージング観測手法の紹介
An introduction to the observation method of imaging volcanoes by using cosmic-ray muons

*宮本 成悟[1]
*Seigo Miyamoto[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earth Reasearch Institute, University of Tokyo

この発表の目的は，宇宙線に含まれる高エネルギーミュオンを用い，火山など巨大構造物内部の密度構造を探査する手法を周知することにある。認知度が低い理由はいくつか考えられ，例えばこの手法が地球惑星科学に応用され始めてからまだ歴史が浅いこと，「宇宙線」あるいは「素粒子」の一つである「ミュオン」に関する知識が広く伝わってないことなどが考えられる。この発表ではそのような状況改善のため，宇宙線ミュオンを用いた火山の密度イメージングの基礎的な原理，これまでに行われてきた観測例，並びに現在進行中の観測計画や技術発展の歴史をレビューする。

キーワード：火山、宇宙線、ミューオン、イメージング
Keywords: volcano, cosmic-ray, muon, imaging

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大室山での全方位ミュオグラフィに向けたシミュレーションとテスト観測
Simulation and test observation for omni-directional muography at Omuro-yama

*長原 翔伍[1]、宮本 成悟[1]、森島 邦博[2]、中野 敏行[2]、小山 真人[3]、鈴木 雄介[4]
*Shogo Nagahara[1], Seigo Miyamoto[1], Kunihiro Morishima[2], Toshiyuki Nakano[2], Masato Koyama[3], Yusuke Suzuki[4]

1. 東京大学地震研究所、2. 名古屋大学、3. 静岡大学、4. 伊豆半島ジオパーク推進協議会事務局
1. Earthquake Research Institute,the University of Tokyo, 2. Nagoya University, 3. Shizuoka University, 4. Izu Peninsula Geopark Promotion Council

火山の噴火現象の理解において，火口近くの火道の大きさと形状は重要である．火道の大きさは数m～数百m程度であり，実際の火道は単純な円柱ではないと考えられているため，一番大きな数百mの火道を想定した場合，数十ｍ程度の空間分解能があれば火道の形状を３次元的に明らかにすることができる．

これに対し，数m～数十m程度の高い空間分解能で2次元透視画像を得ることに成功している技術が「ミュオグラフィ」である．近年では，これを複数方向から実施することで３次元密度構造を推定した例もあるが，これらは観測点数が少なく，数百ｍ単位の密度コントラストしか捉えられなかった．これを20m程度の空間分解能で3次元密度構造推定を行う新たな手法として，我々は10点以上の観測点を用い，観測対象を全方位から観測する「全方位ミュオグラフィ」の観測計画を進めている．

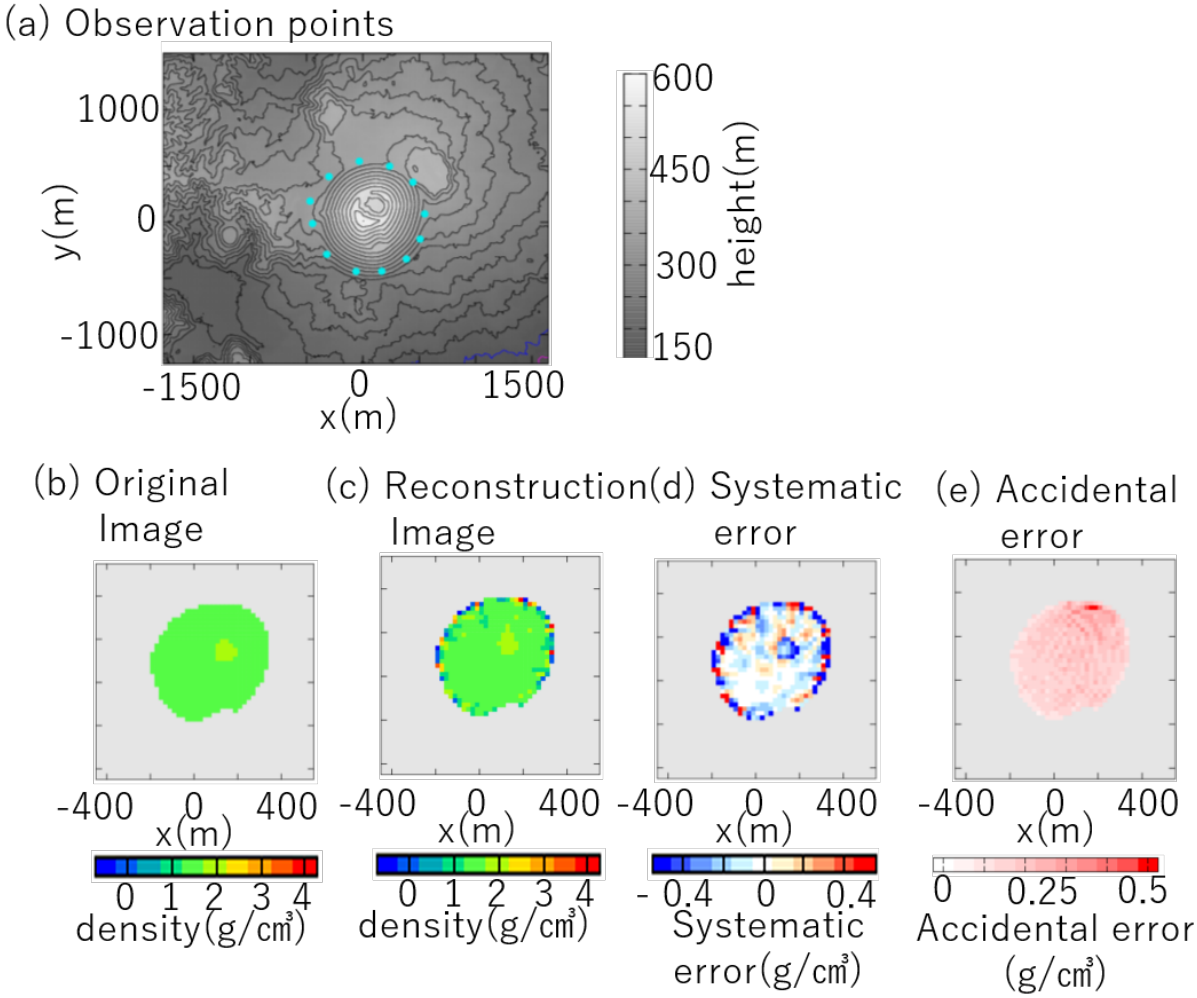
この全方位ミュオグラフィの実証観測のターゲットとしているのが，静岡県伊東市の大室山である．大室山をターゲットとした理由は２つある． １つは，大室山は一度の噴火で形成されたスコリア丘であり，単純な構造が期待され、意味のある結果が得やすいことである． ２つ目は，周囲に宇宙線ミュオンを遮蔽するような地形がなく，アクセスも容易であることである．また，これまでの火山に対するミュオグラフィは溶岩ドームや複成火山のみで，スコリア丘でミュオグラフィを実施すれば世界初の事例となる．

全方位ミュオグラフィ観測に先立ち，シミュレーションによる実現可能性評価とテスト観測を行った．シミュレーションにはFiltered Back projection法を応用した手法を用いた．その結果，各観測点で観測されるミュオン数で最低限のS/N比を確保する必要があることがわかった．テスト観測は大室山の100ｍ単位の大まかな構造を把握する目的で行い，3方向から観測した．その結果，クレーターリム部分に高密度部分があることがわかった．これは古谷野他 (1996) に記述されている，噴火の最終段階でクレーター内に溶岩湖が形成されたことと関連している可能性が考えられる．

本発表では，全方位ミュオグラフィの概要と大室山でのシミュレーション結果，テスト観測から得られてた大室山の密度構造，及びそれらを踏まえた今後の観測計画について報告する．

キーワード：火山、3次元、宇宙線、ミューオン
Keywords: volcano, three-dimensional, cosmic-ray, muon

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



Simulation results when we set 12 observation points and use the detectors which are 0.04㎡ for 90 days. (a) DEM (Digital Elevation Map) near Omuro-yama and observation points (blue dots) in this simulation. (b)-(e) Density structure and error at 490m height in this simulation.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地形を考慮した有限要素法による火山性地殻変動の力源推定
Estimation of pressure source occurring volcanic crustal deformation with FEM considering topography

*山田 晋也[1]、小林 知勝[1]
*Shinya Yamada[1], Tomokazu Kobayashi[1]

1. 国土地理院
1. GSI of Japan

火山の活動状況を把握し、それを評価するために、マグマ等の挙動を把握することが必要不可欠である。火山噴火等の火山災害発生時にはGNSSや干渉SARで得られた地殻変動の観測結果を用いて、球状圧力源の体積変化もしくは板状岩脈の開口変位を仮定した力源の推定を行っている。従来、一般的には地殻変動を計算する際には半無限均質弾性体を仮定したモデルの元で計算を行っていた。しかし特に火山の浅部に力源が存在する場合、地形の影響が無視できなくなる。また近年、干渉SARの技術の発展に伴い、火口とその周辺の地殻変動を面的に観測できるようになり、詳細な解析ができるようになった。そのため、より正確に力源を推定するためには地形を加味した推定を行う必要がある。

このような背景を基に、弾性体を微小なメッシュに分割し、メッシュごとに変動の計算を行う有限要素法を取り入れた地殻変動計算システムを開発した。これによりモデルの地形・地下構造を加味した解析ができるようになった。本研究では、有限要素法を用いて推定した力源と従来の方法で推定した力源との比較検討を行う。本発表では主に2014年の長野県御嶽山噴火を対象に検証を行った。御嶽山の噴火の際には、ALOS-2衛星によるSAR干渉解析を行い、火口とその周辺で約10cmの衛星に近づく地殻変動が検出された（山田ほか，2014）。この観測結果を基に従来の半無限均質弾性体を仮定したモデルで力源の推定を行い、ほぼ垂直のクラックが45cm開口したとする推定結果が得られた。しかし、この噴火で地殻変動が観測された領域の地形は急峻であり、地形の影響も受けていると考えられることから、本発表で従来の推定結果と地形の影響を考慮して推定した場合とを比較した結果を報告する。

謝辞：本研究で用いただいち2号のデータは、だいち2号に関する国土地理院とJAXAの間の協定及び火山噴火予知連絡会衛星解析グループ（火山WG）を通じて、（国研）宇宙航空研究開発機構（JAXA）から提供を受けました。ここで使用しただいち2号の原初データの所有権は、JAXAにあります。

キーワード：有限要素法、御嶽山、GNSS、干渉SAR、だいち2号
Keywords: FEM, Mt.Ontake, GNSS, InSAR, ALOS-2

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

2019年5月30日(木) 13:45 ~ 15:15 | A07 東京ベイ幕張ホール

[S-VC37] 火山噴火のダイナミクスと素過程

コンビーナ:鈴木 雄治郎(東京大学地震研究所)、座長:鈴木 雄治郎(東京大学　地震研究所)、志水 宏行(東京大学地震研究所)

火山・火成活動現象とそれらを支配する微視的な現象を統一的に理解するための試みについて議論する．噴火の準備過程，マグマ上昇過程，噴出物挙動などのダイナミクスと素過程の基礎研究や，現象の階層を横断して理解するための手法開発についても議論したい．研究手法は問わず，観測・実験・数値計算などの幅広い分野からの発表，また火山・火成活動現象の理解において重要な分野横断型研究の発表も歓迎する．

13:45 ~ 14:00

[SVC37-01] 巨大地震による山体の共振は噴火を誘発したり阻止したりする

*並木 敦子[1]、Rivalta Eleonora[2]、Woith Heiko[2]、Willey Timothy[2]、Parolai Stefano[3]、Walter Thomas[2] (1.広島大学　総合科学研究科 環境自然科学講座、2.GFZ、3.OGS)

14:00 ~ 14:15

[SVC37-02] **低水蒸気圧下における安山岩質軽石の石基結晶化実験**

*安川 宙葵[1]、無盡 真弓[1]、中村 美千彦[1]、大槻 静香[2] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻地球惑星物質科学講座、2.産業技術総合研究所)

14:15 ~ 14:30

[SVC37-03] 斜長石斑晶から読み解く噴火前マグマ進化と水の挙動：富士山宝永噴火への応用

*飯塚 毅[1]、原田 智代[1]、清水 健二[2]、牛久保 孝行[2]、浜田 盛久[2]、吉本 充宏[3] (1.東京大学、2.海洋開発研究機構、3.富士山科学研究所)

14:30 ~ 14:45

[SVC37-04] Probing magmatic processes just prior to historic eruptions at Sakurajima volcano: Toward understanding “magma pre-charge”

*新谷 直己[1]、中村 美千彦[1]、奥村 聡[1] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻地球惑星物質科学講座)

14:45 ~ 15:00

[SVC37-05] 桜島火山ブルカノ式噴火前のマグマプロセス：岩石学・地球物理学の連携研究

*坂内 野乃[2]、中村 美千彦[2]、安田 敦[1]、奥村 聡[2]、新谷 直己[2]、井口 正人[3]、味喜 大介[3]、下司 信夫[4] (1.東京大学地震研究所、2.東北大学理学研究科地学専攻地球惑星物質科学講座、3.京都大学防災研究所火山活動研究センター、4.産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門)

15:00 ~ 15:15

[SVC37-06] 新燃岳2018年噴火のドーム形成に伴う間欠的ガス放出
★招待講演

*山田 大志[1]、上田 英樹[1]、森 俊哉[2]、棚田 俊收[1] (1.防災科学技術研究所、2.東京大学大学院理学系研究科　地殻化学実験施設)

巨大地震による山体の共振は噴火を誘発したり阻止したりする
Volcanic activities triggered or inhibited by resonance of volcanic edifices to large earthquakes

*並木 敦子[1]、Rivalta Eleonora[2]、Woith Heiko[2]、Willey Timothy[2]、Parolai Stefano[3]、Walter Thomas[2]
*Atsuko Namiki[1], Eleonora Rivalta[2], Heiko Woith[2], Timothy Willey[2], Stefano Parolai[3], Thomas R Walter[2]

1. 広島大学　総合科学研究科 環境自然科学講座、2. GFZ、3. OGS
1. Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University, 2. GFZ, 3. OGS

The existence of a causal link between large earthquakes and volcanic unrest is widely accepted. Recent observations have also revealed counterintuitive negative responses of volcanoes to large earthquakes, including decreased gas emissions and subsidence in volcanic areas. In order to explore the mechanisms that could simultaneously explain both the positive and negative responses of volcanic activity to earthquakes, we here focus on the role played by topography. In the laboratory, we shook a volcanic edifice analogue, made of gel, previously injected with a buoyant fluid. We find that shaking triggers rapid migration of the buoyant fluid upward, downward, or laterally, depending on the fluid’s buoyancy and storage depth; bubbly fluids stored at shallow depth ascend, while low-buoyancy fluids descend or migrate laterally. The migration of fluids induced by shaking is two orders of magnitude faster than without shaking. Downward or lateral fluid migration may decrease volcanic gas emissions and cause subsidence as a negative response, while upward migration is consistent both with an increase in volcanic activity and immediate unrest (deformation and seismicity) after large earthquakes. The fluid migration is more efficient when the oscillation frequency is close to the resonance frequency of the edifice. The resonance frequency for a 30-km-wide volcanic mountain range, such as those where subsidence was observed, is ~0.07 Hz. Only large earthquakes are able to cause oscillation at such low frequencies.

Reference:
Namiki et al., Geology (2018) 47 (1): 67-70.

キーワード：共振
Keywords: Resonance

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

低水蒸気圧下における安山岩質軽石の石基結晶化実験
Groundmass crystallization experiments of an andesitic pumice under low vapor pressure.

*安川 宙葵[1]、無盡 真弓[1]、中村 美千彦[1]、大槻 静香[2]
*Yasukawa Hiroki[1], Mayumi Mujin[1], Michihiko Nakamura[1], Shizuka Otsuki[2]

1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻地球惑星物質科学講座、2. 産業技術総合研究所
1. Division of Earth and Planetary Materials Science, Department of Earth Science, Graduate School of Science, Tohoku University., 2. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Recently, nanoscale crystals (ultrananolite and nanolite) have been found in groundmass glasses of volcanic rocks. These crystals are thought to crystallize at very shallow part of conduit or inside lava dome. It is suggested that nanoscale crystals recorded information about eruption style transition in shallow conduit. In addition, the eruption style is assumed to be change with viscosity increase due to crystallization of nanoscale crystals. Therefore, it is imoprtant to clarify the nucleation and growth condition of nanoscale crystals for understanding volcanic eruption dynamics . Kinetics of nanoscale crystallization is, however, poorly understood compared to that of microlites. In this study, we performed the series of crystallization experiments that simulate dehydration-induced crystallization in shallow conduit and near surface conditions and investigated the crystallization condition of ultrananolite and nanolite.

As a starting material for the experiments, we used almost microlite-free andesitic pumice clasts from the 1914 (Taisho) Plinian eruption of Sakurajima volcano. The water content in the groundmass glass is approximately 0.5 wt.%. The samples were sealed in a silica glass tube and heated instantaneously to temperatures of 800, 900, 930, and 1000˚C for 3 and 30 minutes, and 2, 8 and 32 hours. When the silica glass tube was evaluated and welded shut, vapor pressure produced via degassing of the starting material is calculated to be of 0.07 (Low Vapor Pressure runs: LVPs). The higher vapor pressures were conducted at 2, 4, and 6 MPa by dehydration of brucite powder.

The mineral assemblage of the crystallized nanolite includes magnetite and pyroxene. The crystallization mode of the groundmass crystals is mostly classified into 5 types; 1) homogeneous nucleation of pyroxene in whole the sample and following growth to the size up to nanolite and occasionally microlite, 2) homogeneous nucleation of ultrananolite in whole the sample, 3) homogeneous nucleation of pyroxene and magnetite crystallization in the vicinity of plagioclase, 4) heterogeneous nucleation of pyroxene on the surface of plagioclase phenocrysts and microlites, and 5) heterogeneous crystallization of pyroxene and magnetite on the bubble surface. Appearance of these types was dependent on the experimental conditions. Magnetite nanolite crystallized under relatively high supercooling, i.e. at low H_2O vapor pressure. Pyroxene nanolite crystallized under wide temperature and pressure conditions. Ultrananolite crystallized in all the runs at 800˚C and at LVP. This indicates that ultrananolite appears under high supercooling. These results on nanoscale crystallization can be used to constrain the pressure-temperature-time paths of volcanic pyroclasts in a shallow conduit.

キーワード：ナノライト、ウルトラナノライト
Keywords: nanolite, ultrananolite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

斜長石斑晶から読み解く噴火前マグマ進化と水の挙動：富士山宝永噴火への応用

Decoding pre-eruptive magma evolution and water behavior from plagioclase phenocrysts: Application to the Hoei eruption of Mt. Fuji

*飯塚 毅[1]、原田 智代[1]、清水 健二[2]、牛久保 孝行[2]、浜田 盛久[2]、吉本 充宏[3]
*Tsuyoshi Iizuka[1], Chiyo Harada[1], Kenji Shimizu[2], Takayuki Ushikubo[2], Morihisa Hamada[2], Mitsuhiro Yoshimoto[3]

1. 東京大学、2. 海洋開発研究機構、3. 富士山科学研究所
1. University of Tokyo, 2. JAMSTEC, 3. Mount Fuji Research Institute

Explosive eruptions are often accompanied by signs of mixing of felsic and mafic magmas in their eruptive products, suggesting the potential link between explosive eruptions and magma mixing. Yet, the underlying mechanism of such eruptions remains elusive. The key to this debate is understanding pre-eruptive magma evolution including water behavior in the magma and the time lag between the magma mixing and eruption.

Water behavior in pre-eruptive magma has been widely studied using melt-inclusions in phenocrysts. More recently, it has been shown that hydrogen concentration in plagioclase phenocryst can be used as a hygrometer of pre-eruptive magma (Hamada et al., 2013). Furthermore, zoning of hydrogen content in the phenocryst can be used as a high-resolution chronometer, as hydrogen diffusion in plagioclase is sufficiently fast.

Here we report the first study that combines in-situ measurements of the contents of major and trace elements, including hydrogen, in plagioclase phenocrysts using the EPMA, LA-ICP-QMS, and SIMS, respectively. These analyses were carried out on sequential eruptive products of the 1707 Hoei eruption at Mt. Fuji. The Hoei eruption is characterized by its explosivity and wide chemical variation in the eruptive products (e.g., SiO_2=50~70 wt%), and the interaction of mafic and felsic magmas has been considered as playing a role in triggering the explosive eruption (Fujii et al., 2002).

We found that the light REE concentrations of plagioclase phenocrysts split in two clusters. These results suggest that there were at least two magma reservoirs underneath Fuji volcano in which magma differentiation had individually proceeded before the Hoei eruption, and also that plagioclase phenocrysts crystallized from these individual magmas were partly mixed before or during the eruption.

Our results further reveal that most melt inclusions have lower water contents than those estimated from hydrogen contents of the host plagioclase phenocrysts and the plagioclase-melt hydrogen partitioning. This suggests that water in melt inclusion could be more easly lost by secondary events than hydrogen in plagioclase phenocryst. Measured hydrogen contents in plagioclase phenocrysts suggest that the early-erupted felsic magma contained water up to 17wt%, whereas the late-erupted mafic magma had lower contents of ~5 wt%. Moreover, the combination of REE and hydrogen contents in the plagioclase phenocrysts (Figure) revealed that the higher water contents, Ce contents, and lower Anorthite contents in the evolved magma can be attributed to fractional crystallization. Moreover, intra-grain chemical variations suggest that rapid crystallization of plagioclase likely driven by decompression accompanied by the exsolution of water occurred in the felsic magma several hours before the explosive eruption. The

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

decompression and water exsolution may result from the convection of the felsic magma caused by the injection of the hot and water-poor mafic magma.

キーワード：斜長石、含水量計、マグマ混合、爆発的噴火、富士山
Keywords: plagioclase, hygrometer, magma mixing, explosive eruption, Mt. Fuji

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

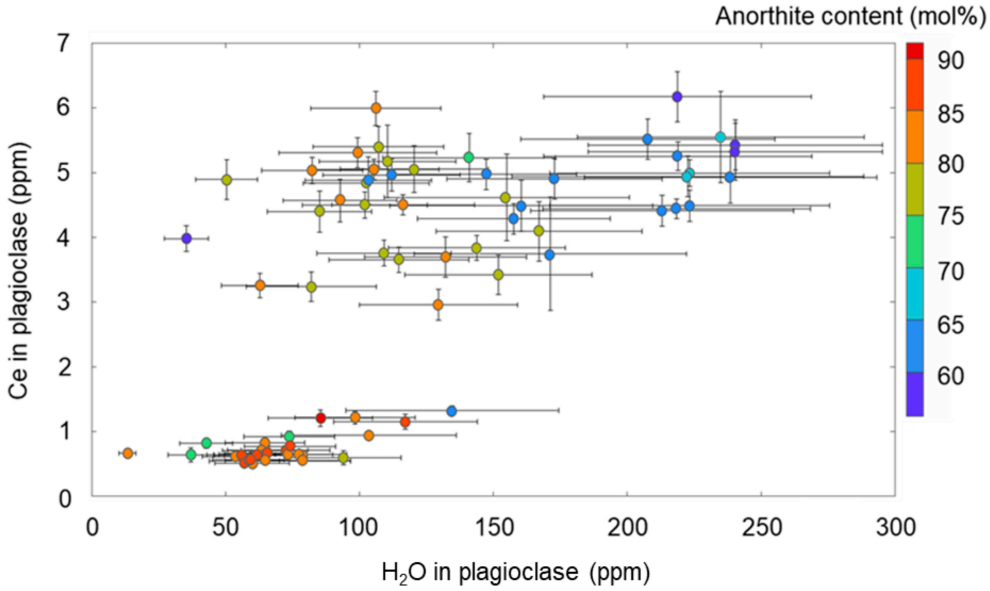


Figure: Cerium versus water contents in plagioclase phenocrysts. The plots are color-coded according to anorthite content. The water contents were calculated from the measured hydrogen concentrations in the phenocrysts.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Probing magmatic processes just prior to historic eruptions at Sakurajima volcano: Toward understanding “magma pre-charge”

*新谷 直己[1]、中村 美千彦[1]、奥村 聡[1]
*Naoki Araya[1], Michihiko Nakamura[1], Satoshi Okumura[1]

1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻地球惑星物質科学講座
1. Division of Earth and Planetary Materials Science, Department of Earth Science, Graduate School of Science, Tohoku UniversityUniversity

Based on the pressure at which volatiles within phenocryst-hosted melt inclusions and plagioclase rims were finally equilibrated, Araya et al. (2019, Scientific Reports) reported that the magma storage depths immediately prior to the historic Plinian eruptions at the Sakurajima volcano (AD 1471, 1779, 1914) were much shallower (0.9–3.2 km) than those of the present magma reservoirs beneath Aira Caldera (~10 km) and Sakurajima (~4–6 km). They proposed that the Plinian eruptions were fed from a thick shallow conduit pre-charged from the magma reservoirs. How this process, “magma pre-charge”, has occurred is poorly understood because the Sakurajima case is the first report. As magma pre-charge is assumed to have occurred at least a few tens of days before each eruption, probing magmatic processes just prior to the eruptions is a key to prepare for the possible future eruption.

Magnetite is a mineral suitable for investigating short-timescale pre-eruptive processes because of its fast element diffusion (i.e., high time resolution) compared to common phenocrystic silicates. We have analysed chemical compositions of more than 300 magnetite phenocrysts in pumices and lavas from the historic eruptions. The magnetite phenocrysts showed scarce zoning in each crystal (mostly within 1 Usp mol%), while their compositional range is wide (e.g., 27–45 Usp mol% for the 1914–1915 eruption). This indicates that the eruptions had initiated from a magma reservoir heterogeneous in at least either temperature, melt composition, or oxygen fugacity, and that this heterogeneity had not been perturbed prior to the eruptions. Therefore, widely accepted models for eruption trigger, such as new magma injection and overturn of stratified magma reservoir are not likely to apply to these historic Plinian eruptions.

キーワード：桜島火山、磁鉄鉱、拡散
Keywords: Sakurajima volcano, magnetite, diffusion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

桜島火山ブルカノ式噴火前のマグマプロセス：岩石学・地球物理学の連携研究

Magmatic processes prior to the Vulcanian eruptions of Sakurajima volcano: A combined petrologic and geophysical approach

*坂内 野乃[2]、中村 美千彦[2]、安田 敦[1]、奥村 聡[2]、新谷 直己[2]、井口 正人[3]、味喜 大介[3]、下司 信夫[4]
*Sakauchi Nono[2], Michihiko Nakamura[2], ATSUSHI YASUDA[1], Satoshi Okumura[2], Naoki Araya[2], Masato Iguchi[3], Daisuke Miki[3], Nobuo Geshi[4]

1. 東京大学地震研究所、2. 東北大学理学研究科地学専攻地球惑星物質科学講座、3. 京都大学防災研究所火山活動研究センター、4. 産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 2. Division of Earth and Planetary Materials Science, Department of Earth Science, Graduate School of Science, Tohoku University, 3. Sakurajima Volcano Research Center, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 4. Geological Survey of Japan, The National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

桜島火山の1975年10月30日から2015年2月18日のブルカノ式噴出物について，地球物理学的観測記録が残る典型的および特徴的な11の爆発を選び，斜長石と輝石斑晶のメルト包有物の観察，主要元素組成のEPMA分析，反射法FT-IRを用いた153点の含水量の分析を行った．含水量は爆発ごとに幅広い分布を示し，全体では0－4.3wt.%の分布を示す．これは，MIの含水量が，取り込まれた深度よりも浅部（低圧）において，溶解度の低下に伴い脱水・再平衡化するためと考えられ，浅部に定置した時間が長いほど，あるいはマグマの上昇速度が遅いほど含水量が低下すると考えられる．

溶岩質噴出物に含まれるMIの含水量は0 –1.9 wt.%，スコリア質の試料は0 –4.3 wt.%に分布する．前者は後者に比べて低い範囲に集中し，溶岩質噴出物は，火道浅部～火口の溶岩ドームや溶岩プラグから由来すると考えられる．昭和期の南岳火口からの噴出物は，平成期の昭和火口からの噴出物に比べて全体的に含水量が高い傾向があり，昭和火口の平均値は1.4 wt.%，南岳火口の平均値は0.6 wt.%である．これは南岳活動期が昭和火口活動期より活発であったことと整合的である．

1995年8月24日の南岳噴火の噴出物に含まれるMIは1.9～4.3wt.%（平均2.5 wt.%）であり，歴史時代の３回のプリニー式噴火の結果（Araya et al., 2019）と同程度である．このことは，マグマが高速に上昇してすぐに噴火したことを示す．

1995年8月24日の噴火は，前後の期間と比べて爆発回数の少ない期間が３か月程度続いたのちに発生した．爆発に先立つ地球物理学的な挙動としては，マグマの貫入を表す伸縮計の急激な膨張があり，傾斜計の振り切れから５時間後，B型群発開始とほぼ同時に噴火が発生した．初期の噴火は空振を伴わず，100～200ｍの火柱が夜間に観測されたのち，空振を伴うブルカノ式爆発に移行した．また地殻変動量から見積もられる噴火前のマグマ貫入量・貫入率は，南岳の爆発に先立つ平均的な値の５倍以上と見積もられた．夜間の噴火であったため，噴煙などの地表現象の記録は乏しいものの，空振を伴わない継続性のある噴火だったことは，噴火メカニズムがサブプリニー式噴火に近いという点で，高速で大量に上昇してきたマグマが直接的に噴火したことと整合的であるように見える．また，ブルカノ式とプリニー式の噴火様式分岐を支配する要因として，マグマの上昇速度以外のパラメターを考える必要があることが明確となった．

さらに同噴火では，昭和期の本質物質と同様の組成を持つ軽石の他に，やはり規模の大きかった1987年11月17日の噴火と同様に，シリカに富む（SiO_2 67～73 wt.%）軽石が量的に多く噴出している（噴火予知連会報）．このことは，昭和期にブルカノ式噴火が繰り返される活動の中で発生した，比較的規模の大きい爆発的な噴火では，珪長質端成分マグマが主たる駆動力を持っていたことを示唆する．これは平成期の小規模な活

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

動において，噴出率が上昇するとマグマの組成が苦鉄質になる傾向（松本ほか，2003）とは逆センスになる．従って，桜島で将来発生し得る大規模噴火が，これまでのマグマ組成の時間変化の延長上で，苦鉄質に寄ったものになるとは限らないと考えられる．

キーワード：ブルカノ式噴火、メルト包有物、桜島火山
Keywords: Vulcanian explosion, Melt inclusion, Sakurajima volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

新燃岳2018年噴火のドーム形成に伴う間欠的ガス放出
Cyclic degassing behavior accompanying dome-forming lava effusion at Shinmoedake volcano in the 2018 eruption

*山田 大志[1]、上田 英樹[1]、森 俊哉[2]、棚田 俊收[1]
*Taishi Yamada[1], Hideki Ueda[1], Toshiya Mori[2], Toshikazu Tanada[1]

1. 防災科学技術研究所、2. 東京大学大学院理学系研究科　地殻化学実験施設
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. Geochemical Research Center, Graduate School of Science, The University of Tokyo

霧島連山の新燃岳では、2018年３月からおよそ７年ぶりとなる一連の噴火活動が発生した。噴火開始期の3月には、新燃岳火口内に溶岩ドームが形成された。霧島連山周辺に展開されている防災科学技術研究所（防災科研）の基盤的火山観測網（V-net）や気象庁火山観測網の傾斜計データ、V-netや国土地理院のGEONETのGNSS データには、同期する顕著な地盤変動が記録されている。この地盤変動は前回の2011年噴火の準プリニー式噴火や溶岩ドーム形成に伴う地盤変動と同様に、新燃岳から北西に約7 kmの地下10 kmの領域に球状圧力源を仮定することで説明することができる（上田, 2018, 火山学会）。測地観測によって得られるマグマ溜まり収縮の時間変化は、噴火活動の巨視的な振る舞いの把握に有効である。一方で溶岩ドーム形成時の観測記録には、低周波地震や火山性微動、噴火に起因すると思われる空振信号、上空二酸化硫黄量の急上昇、火口からの激しい火山灰放出等、興味深い特徴を有する観測データが記録されている（山田・他, 2018, 火山学会）。こうしたより時定数の短い信号は、地盤変動のモデリングのみでは拘束が難しい詳細なマグマの流動様式などに関する情報を有しているかもしれない。本発表では、V-netや気象庁火山観測網、東京大学が運用する上空二酸化硫黄量の定点測定データなどに記録された、溶岩ドーム形成に伴う観測記録や推定される噴火機構の特徴などについて紹介する。

防災科研による霧島連山の火山性地震リストには、3月6日の地盤変動の開始と同時に低周波地震（卓越周期が8 Hz以下）が急増し、3月7日の未明まで継続する様子が記録されている。低周波地震の震源はいずれも新燃岳の直下の深さ0.1–3.2 kmに分布することから、少なくとも地表から深さ3 km程度の領域までは、火口は鉛直の構造を有していることが示唆される。V-netや気象庁火山観測網の孔井式短周期地震計による地震波形には、上記の低周波地震の他に、継続時間が10–20分程度の微動が記録され始める。この微動はV-netの夷守台観測点(KRHV)における観測波形では0.8 Hz付近にピークをもち、低周波地震と同様に3月7日の未明までに概ね5–20分程度の休止時間を挟みながら継続する。この微動に同期して、V-net観測点に設置された微気圧計、気象庁火山観測網に設置された空振計による観測波形には、火口から伝搬していると思われる信号が記録されている。観測期間が日中の晴天時に限られる上空二酸化硫黄の定点測定データにも、3月6日の10時から17時ごろにかけて、微動に対応すると見られる二酸化硫黄量の間欠的な増加が記録されている。つまり、間欠的な微動は火口でのガス放出を伴うことが示唆される。先にも述べたとおり、溶岩ドーム形成時の傾斜変動記録には、マグマ溜まりの収縮と見られる変動が卓越している。しかし、周期250秒から2000秒のバンドパスフィルターを施すと、火口に比較的近い気象庁の高千穂河原観測点（KITK）の傾斜記録には、上記の微動に対応する山上りー山下りの周期的な変動が、最大で50 nrad程度の振幅で記録されている。この傾斜変動と地震波形における微動との対応関係を調べると、山下りの変動が微動振幅の増加に、山上りの変動が微動の休止時にそれぞれ対応する。

以上の観測データの特徴をまとめると間欠的なガス放出現象は、(1)山上りの傾斜変動、(2)山下りの傾斜変動と火口からのガス放出（微動、空振の励起）、(3)ガス放出の終了、休止時間を挟んで再びの山上りの傾斜変動、というサイクルを有している。新燃岳2011年噴火の溶岩ドーム形成期においても、上記のような間欠的な微動が地震波形に記録されており、同期する傾斜変動についてはTakeo et al. (2013)によって報告されてい

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

る。Santiaguitoの溶岩ドーム成長時においても、類似する間欠的なガス放出に伴う地震波・音波の放出、関連する傾斜変動の観測事例が報告されている(Johnson et al., 2014)。また、噴火発生に先行する山上りの地盤変動という観点からは、ストロンボリ式噴火やブルカノ式噴火との類似性も指摘することができる。今後は各観測データに記録された信号の励起源の定量化を図ること、測地観測で得られているマグマ溜まり収縮の時間変化との対応を調べることで、溶岩ドーム形成の素過程についての普遍的な知見が得られることが期待される。

謝辞：気象庁火山観測網のデータを使用させて頂きました。

キーワード：溶岩ドーム噴火、新燃岳
Keywords: Lava dome, Shinmoedake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-VC 火山学

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | A07 東京ベイ幕張ホール

[S-VC37] 火山噴火のダイナミクスと素過程

コンビーナ:鈴木 雄治郎(東京大学地震研究所)、座長:鈴木 雄治郎(東京大学　地震研究所)、山田 大志

火山・火成活動現象とそれらを支配する微視的な現象を統一的に理解するための試みについて議論する．噴火の準備過程，マグマ上昇過程，噴出物挙動などのダイナミクスと素過程の基礎研究や，現象の階層を横断して理解するための手法開発についても議論したい．研究手法は問わず，観測・実験・数値計算などの幅広い分野からの発表，また火山・火成活動現象の理解において重要な分野横断型研究の発表も歓迎する．

15:30 ~ 15:45

[SVC37-07] 回折音場を考慮した空振振幅の推定

*石井 杏佳[1]、横尾 亮彦[1] (1.京都大学大学院理学研究科)

15:45 ~ 16:00

[SVC37-08] 間欠泉アナログ実験における圧力変動のメカニズムと周波数支配要因

*手嶌 法子[1]、寅丸 敦志[2] (1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻 、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

16:00 ~ 16:15

[SVC37-09] 大規模火砕流の到達距離に対する温度の影響: 二層重力流モデルによる数値シミュレーション

*志水 宏行[1]、小屋口 剛博[1]、鈴木 雄治郎[1] (1.東京大学地震研究所)

16:15 ~ 16:30

[SVC37-10] **九重山54kaプリニー式噴火による降下軽石（Kj-P1）の粒度分布**

*辻 智大[1]、岸本 博志[2]、藤田 浩司[2]、中村 千怜[3]、長田 朋大[3]、木村 一成[3]、池田 倫治[1]、西坂 直樹[4]、大西 耕造[4] (1.株式会社四国総合研究所、2.アジア航測株式会社、3.株式会社ナイバ、4.四国電力株式会社)

16:30 ~ 16:45

[SVC37-11] 霧島火山，2018年新燃岳噴火のEAI法による火山灰堆積量推定手法－数少ない観測値からの分析方法

*田島 靖久[1]、中田 節也[2]、長井 雅史[2]、前野 深[3]、及川 純[3]、及川 輝樹[4]、宮縁 育夫[5]、長谷中 利昭[5]、川口 允孝[5] (1.日本工営(株)中央研究所、2.防災科学技術研究所、3.東京大学地震研究所、4.産業技術総合研究所、5.熊本大学)

16:45 ~ 17:00

[SVC37-12] 光学式ディスドロメータによる降灰測定：噴煙観測におけるレーダーパラメータへの制約

★招待講演

*小園 誠史[1]、井口 正人[2]、三輪 学央[3]、真木 雅之[4]、前坂 剛[3]、味喜 大介[2]、西村 太志[1] (1.東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻、2.京都大学防災研究所火山活動研究センター、3.防災科学技術研究所、4.鹿児島大学地震火山地域防災センター)

回折音場を考慮した空振振幅の推定
Estimation of the amplitude of infrasoundsignal based on sound diffraction

*石井 杏佳[1]、横尾 亮彦[1]
*Kyoka Ishii[1], Akihiko Yokoo[1]

1. 京都大学大学院理学研究科
1. Graduate School of Science, Kyoto University

火山噴火にともなって発生する空振は、噴火イベントの検知・モニタリングや噴火メカニズムの理解において、有益な情報源である。そのため、いかに減衰が小さく、伝播過程での影響が少ない場所に観測点を設置できるかは、研究者にとって極めて重要な問題である。空振は、伝播経路の地形障壁による回折や反射の影響を受け、振幅の減衰・増幅や波形の変形が生じることが知られている（例えば、Kim & Lees, 2011; Lacanna & Ripepe, 2013）。したがって、最適な観測点の場所を選定するには、火山体の詳細な地形を考慮した3次元空振伝播シミュレーションから得られる振幅分布を踏まえて、観測点の設置に適した位置を事前に評価することが望ましい。しかし、計算時間や設備投資を考えると、3次元シミュレーションは負担の大きな手法である。そこで本研究では、計算コストの低い簡便な数値計算のみで、その場所の観測点としての適性を定量的に評価できる手法の提案を試みる。ここでは、特に火山地形による回折に焦点を当て、音波の回折理論の古典的解法に基づいた振幅推定を行った。このとき、伝播経路の地形断面を1枚のスクリーンで模擬し、そのスクリーンでの回折による振幅の減衰を評価するという方法をとった。スクリーンでの回折の理論式には、適用条件に制約のないMacdonald (1915)の厳密解を採用した。この手法を用いて、桜島昭和火口の噴火イベントを対象として振幅を推定し、3次元FDTDシミュレーション(Kim et al., 2015)の結果、および実際の観測値と比較した。このとき、もっとも地形障壁の影響を受けていないと考えられるKUR観測点の振幅を基準として、各観測点の振幅比を比較した。FDTDシミュレーションでは、桜島の国土交通省レーザー測量5 mメッシュ標高データ（2016年取得）を用いて、波源としてモノポールソースを仮定した。観測データは、2017年8月30日～9月26日までの期間に、桜島島内の7観測点で取得した。この期間に発生した気象庁発表の爆発イベント37例のうち、S/Nの良い31イベントを用いた。これらの結果を比較すると、全ての観測点で、回折理論に基づいて推定された振幅比が、FDTDシミュレーションによる振幅比に対して、±30%の精度で推定された。また、実際に観測された振幅比と比較すると、我々の推定結果は5点の観測点で観測結果の範囲内に推定された。一方、火口からの距離および方位角がKUR観測点と同程度でありながら、本研究で提案する手法では観測結果を再現できない観測点も存在した。これは、多重反射による振幅の増幅など、回折以外の影響を空振が受けていることを示唆しており、今後の更なる検討が必要である。

キーワード：空振、回折、FDTDシミュレーション
Keywords: infrasound , diffraction, FDTD simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

間欠泉アナログ実験における圧力変動のメカニズムと周波数支配要因
Mechanism and frequency change of pressure oscillation in the laboratory geyser system

*手嶌 法子[1]、寅丸 敦志[2]
*Noriko Teshima[1], Atsushi Toramaru[2]

1. 九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻 、2. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Sciences, Kyushu University, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Sciences, Kyushu University

間欠泉とは火山地域に見られる繰り返し熱水や水蒸気を噴き上げる温泉であり、地震活動において火山と類似点を持つことが知られている。間欠泉では内部で発生する圧力パルスが微動を励起することが知られているが、圧力パルスの起源や発生メカニズムは未だ十分に理解されていない。天然の間欠泉は複雑なふるまいを見せ、また直接的に内部を観察することが困難であるため、身近な物質を用いた再現実験（アナログ実験）による現象の単純化と可視化が有効だと考えられる。本研究では、流体振動モデルおよび室内アナログ実験により得られた圧力、温度と水面変動の測定データを用いて、間欠泉内部圧力変動の発生メカニズムおよび周波数の支配要因の解明を試みた。

本研究では天然間欠泉の周期的な噴出を再現する実内実験装置を用い、実験を行った。装置は主にフラスコ、ガラス管、ホットプレート、冷水槽から構成されており、それぞれ天然間欠泉における熱水だまり、噴出管、熱源、地下水の流入を再現している。水で満たしたフラスコをホットプレートにより加熱し沸騰が発生することで、フラスコ上部に接続されたガラス管内の水面が徐々に上昇していく。水面がガラス管の上端に達し、水が湧出すると、減圧沸騰により激しい噴出が引き起こされる。噴出された水は外部に接続されたタンクへと流れ、また噴出と同量の水が冷水槽から流れ込み再びフラスコ内を満たすことで１つの噴出サイクルが終了し、次のサイクルが始まる。このような噴出を連続的に発生させ、各種測定を行った。
フラスコ内部の圧力と温度の連続測定、および噴出イベントごとの噴出量の計測を行った。高速カメラ(250fps)と常速カメラ(60fps)を用い、フラスコ内部とガラス管内水面の動画を撮影した。撮影された水面の動画より、ガラス管内の水柱の上下変動量を動画計測ソフトMove-tr/2Dを用いて数値化した。また実験条件による圧力変動の特徴変化を調べるため、実験系の形状に関する３つのパラメータ（フラスコ内容積Vo, ガラス管内初期水位Lo, ガラス管断面積A）を変化させ実験を行った。

実験結果の解釈のため、寅丸他（日本火山学会2010年秋季大会）により提案された、ガラス管内の流体振動を記述するモデル式を用いた。ここでガラス管内の体積流量の変化は、フラスコ内圧力Pの変化およびガラス管内の水位Lの変化と関連付けられている。このモデル式から圧力変動の周波数fを表す式が得られ、ここでfは実験系の形状に関するパラメータ、およびフラスコ内の実効体積弾性率K*により表される。また実験において、動画解析やその他計測から正確なK*の値を決定することが困難であったため、本研究ではP、LおよびK*を関連付ける関係式 $AK^*/Vo=\Delta P/\Delta L$ を用い、K*を算出する手法を取った。ここでΔP、ΔLはそれぞれ圧力変動および水面変動の振幅を表している。またこれらの式において、K*以外のパラメータは実験の設定条件および測定結果より値を得ることが出来る。これらの関係式を用い、理論値としての共振周波数を算出し、実験において測定された圧力変動の卓越周波数との比較を行った。

実験結果より、フラスコ内で測定された圧力変動は、複数の高周波パルスおよびそれに引き続く低周波の減衰振動により構成されていることが分かった。ここで低周波の減衰振動はガラス管内の水柱の上下振動と強い逆相関の関係を持っていた。高速カメラ映像およびそれと同期する圧力波形の観察より、フラスコ内部で発生する高周波の圧力パルスは気泡の発生により引き起こされていることが分かった。ある噴出から次の噴出にか

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

けて、圧力変動の卓越周波数は系統的な減少を見せたが、これは加熱が進みフラスコ内の気泡量が増加したことによる実効体積弾性率K*の減少により説明できた。また測定された圧力変動の卓越周波数は実験条件ごとに異なる値を見せたが、それは実験系の形状に関する設定パラメータの違い、および直前の噴出量に支配されるK*の初期値の違いにより引き起こされていることが分かった。噴出量が大きいほど多くの冷水がフラスコに流入するためより温度が下がり、噴出直後の気泡量が少なくなりK*の初期値が大きくなることで、卓越周波数の初期値がより高くなることが確認された。

以上のことから、間欠泉アナログ実験における圧力変動はフラスコ内の気泡発生およびガラス管内の水柱振動により引き起こされており、その卓越周波数は実験系の形状に関するパラメータおよび直前の噴出量に支配されていることが分かった。

キーワード：室内実験、間欠泉、圧力変動、流体振動、周波数変化
Keywords: Laboratory experiment, Geyser, Pressure oscillation, Fluid oscillation, Frequency change

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大規模火砕流の到達距離に対する温度の影響: 二層重力流モデルによる数値シミュレーション

Effects of temperature on the run-out distance of large-scale pyroclastic density currents: Numerical simulation of a two-layer depth-averaged model

*志水 宏行[1]、小屋口 剛博[1]、鈴木 雄治郎[1]
*Hiroyuki A. Shimizu[1], Takehiro Koyaguchi[1], Yujiro J. Suzuki[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

大規模な爆発的火山噴火では，火砕物粒子とガスの混合物が火口から継続的に噴出し，それが火砕流として地表面を流動することがある．火砕流の到達距離(i.e., 火砕流堆積物の分布限界)と噴火条件(e.g., マグマ供給率や噴出温度)の関係を理解することは，火山学の発展のみならず火山災害の予測・対策のためにも強く求められている．特に，噴出温度は噴火様式と密接に関連していることから，その影響の理解は重要である(噴出温度は，マグマ噴火ではおよそ1000 K以上となるが，マグマ水蒸気噴火では噴出マグマが外来水と接触するためおよそ500 K以下となる)．本研究の目的は，火砕流ダイナミクスの数値計算に基づいて，大規模火砕流の到達距離に対する温度の影響を明らかにすることである．

一般に，火砕流の到達距離は，流れ内部で発達する粒子濃度の成層構造に強く依存する．具体的には，到達距離は，上部低濃度部(粒子濃度 < 1 vol.%)が周囲大気よりも低密度になり地表から“離陸”すること，または，下部高濃度部(~ 10—50 vol.%)が堆積し停止すること，のいずれかによって決められる．そのような密度成層構造をもつ火砕流の到達距離を再現するために，本研究では二層重力流モデルを開発した．火砕流ダイナミクスに対する温度の影響を評価するために，本数値モデルでは，低濃度流への大気の流入と，流入した大気の熱膨張を考慮した．供給源となる火口からは，均質な低濃度火砕流が定常的に供給される状況を想定した．この給源における低濃度火砕流の温度を幅広く変えたパラメトリック・スタディを実施した(400—1200 K)．

数値計算結果では，低濃度流が供給源から放射状に拡大するに従って，その密度は粒子沈降，大気流入，流入大気の熱膨張のために小さくなる．低濃度流の先端が周囲大気よりも低密度になり離陸すると，低濃度流は拡大を停止し，定常状態へ収束する(このときの低濃度流の先端と給源の間の距離を$r_{\infty U}$と呼ぶ)．低濃度流の底面から沈降する粒子は高濃度流を形成し，高濃度流も放射状に拡大する．高濃度流の先端における水平方向の質量フラックスが底面における堆積率と釣り合うと，高濃度流は拡大を停止し，定常状態へ収束する(このときの高濃度流の先端と給源の間の距離を$r_{\infty L}$と呼ぶ)．パラメトリック・スタディの結果，$r_{\infty U}$と$r_{\infty L}$の大小関係が温度に依存することが示された．高温の条件(> 600 K)では$r_{\infty U}$は$r_{\infty L}$よりも短いが，低温の条件(< 600 K)では$r_{\infty U}$は$r_{\infty L}$よりも長い．これは，低温時には流入大気の熱膨張が抑制されるために，温度が減少するにつれて低濃度流の離陸距離(i.e., $r_{\infty U}$)が著しく増加することによる．低温条件の結果(i.e., $r_{\infty U} > r_{\infty L}$)は，マグマ水蒸気噴火に伴う火砕流堆積物において，低濃度火砕流起源と考えられる成層構造が発達した堆積物が広範囲で見られるという観察事実を説明する．

キーワード：火砕流、二層モデル、到達距離、噴出温度、マグマ噴火、マグマ水蒸気噴火
Keywords: Pyroclastic density current, Two-layer model, Run-out distance, Temperature of erupted material, Magmatic eruption, Phreatomagmatic eruption

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

九重山54kaプリニー式噴火による降下軽石（Kj-P1）の粒度分布
Total grain-size distribution of pumice fallout deposits (Kj-P1) from 54 ka plinian eruption at Kuju Volcano

*辻 智大[1]、岸本 博志[2]、藤田 浩司[2]、中村 千怜[3]、長田 朋大[3]、木村 一成[3]、池田 倫治[1]、西坂 直樹[4]、大西 耕造[4]
*Tomohiro Tsuji[1], Kishimoto Hiroshi[2], Fujita Kouji[2], Chisato Nakamura[3], Nagata Tomohiro[3], Kimura Kazunari[3], Michiharu Ikeda[1], Naoki Nishizaka[4], Kozo Onishi[4]

1. 株式会社四国総合研究所、2. アジア航測株式会社、3. 株式会社ナイバ、4. 四国電力株式会社
1. Shikoku Research Institute Inc., 2. Asia Air Survey Co. Ltd., 3. Naiba, 4. Shikoku Electric Power Co. Inc.

火山噴出物に基づいて推定する噴煙全体の粒度（Total Grain Size Distribution; TGSD）は，観測された噴火の観測記録および噴出物の分析を組合せて決定されている．しかし，古いテフラのTGSDに関しては，粒度分析が困難となることから，非常に挑戦的なテーマであり，ほとんど研究がなされていない．本研究では，約5.4万年前に九重山にて起こったVEI5規模のプリニー式噴火によって放出された九重第一降下軽石（Kj-P1）のTGSDを推定するために，九重第一降下軽石（Kj-P1）の地質調査および粒度分析を行った．Kj-P1は，粒度分布，最大粒径，構成粒子組成などの違いから，下部層と上部層に区分される．下部層と上部層それぞれのTGSDを検討した．

一般に，テフラの粒度分析には篩分析，レーザー回折粒度分析が用いられており，本研究でもこれらの手法を用いた．しかし，Kj-P1（特に上部層）は風化が著しいため，ダマ状になった堆積物を分離することが難しい．また，湿式篩分析では風化した大きな軽石が壊れて細粒分が多く計測されてしまい，正確な粒度測定ができない．そこで，露頭にて撮影した降下軽石の写真を用いて，軽石の輪郭をトレースする手法を実施した（画像解析法）．これにより風化した軽石を計測することができた．この結果を篩分析およびレーザー回折分析の結果と統合し，大分県内の20地点で上部層の，15地点で下部層の粒度データを採取した．その結果，ボロノイ分布を用いて粒度データを解析すると，上部層の中央粒径-1.5φ，分散2.5φ，下部層の中央粒径0.5φ，分散が2.6φと推定された．これは画像解析を用いない手法に比べて有意に粗い粒度である．今後，解析的手法を用いて手法の妥当性を検証する．

キーワード：粒度分布、九重山、プリニー式噴火、降下軽石
Keywords: grain size distribution, Kuju Volcano, plinian eruption, pumice fall deposit

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

霧島火山，2018年新燃岳噴火のEAI法による火山灰堆積量推定手法ー数少ない観測値からの分析方法

Estimating ashfall volumes for the 2018 Shinmoedake eruptions using the Ellipse Approximated Isopach (EAI) method - How to quantify ashfall volumes from limited ashfall observation locations

*田島 靖久[1]、中田 節也[2]、長井 雅史[2]、前野 深[3]、及川 純[3]、及川 輝樹[4]、宮縁 育夫[5]、長谷中 利昭[5]、川口 允孝[5]
*Yasuhisa Tajima[1], Setsuya Nakada[2], Masashi NAGAI[2], Fukashi Maeno[3], Jun Oikawa[3], Teruki Oikawa[4], Yasuo Miyabuchi[5], Toshiaki Hasenaka[5], Masataka Kawaguchi[5]

1. 日本工営(株)中央研究所、2. 防災科学技術研究所、3. 東京大学地震研究所、4. 産業技術総合研究所、5. 熊本大学
1. NIPPON KOEI CO.,LTD., 2. NIED, 3. ERI, the Univ. Tokyo, 4. Geological Survey of Japan, AIST, 5. Kumamoto Univ.

1. 概　要

霧島火山，新燃岳では2017年10月11～17日に噴火が生じ，2018年3月1日から噴火活動が活発化し，3月6日の溶岩噴出からブルカノ式噴火に至った．田島・他（2018）は，新燃岳2018年の降下火山灰についてEAI法による火山灰堆積量を概算値として示した．今回はこれらのデータを用いて概算値の結果について算出方法を追試し，複数軸による評価手法などを含め検討を行った．なお，降ってきた火山灰を1カ所で計測した量を降灰量呼び，それらを元に降灰分布を推定し量を求めたものを火山灰堆積量と呼び，特にTajima et al. (2013)の方法による結果はEAI分布・EAI火山灰堆積量と呼ぶ．

2. EAIによる解析方法

解析手法は，(1) 1カ所の観測値しか得られなかった場合，(2) 2カ所の観測値が得られた場合，(3) 3カ所の観測値が得られた場合，(4) 4カ所以上の観測値が得られた場合に分けられる．

Tajima et al. (2013)では，1カ所で降灰量が得られた場合，軸と楕円比が求まればEAI火山灰堆積量の算出が可能とした．噴火が始まった3月1日～2日朝では，2軸の降灰分布が予想されたが，いずれも軸付近の1点しか降灰量が得られなかった．これらのケースでは，軸位置は現地観察からある程度に絞られ，片側だが分布限界位置も示された．この場合，現地調査で得られた軸位置を元にその周辺で1度ずつずらし，具体的には3月1日日中の場合は軸を16～18°で変化させた．各軸毎にいくつかの楕円比のEAI分布を描き，分布限界と最もフィットする楕円比のEAI分布を選択した．なお，Tajima et al. (2013)は，専門家が検知する分布限界はほぼ0.1 g/m^2（調査検知限界）とし，楕円近似の分布0.1 g/m^2（EAI分布限界）を調査検知限界とした．3月1日日中の場合は，軸16～17°いずれも0.05の楕円比が調査検知限界と整合した．EAI火山灰堆積量の最適値として軸16～18°，楕円比0.05の各量を平均しEAI火山灰堆積量とした．楕円比0.04，0.06は次善のフィットとしこれらの中から，最大・最小のEAI火山灰堆積量を選定した．

次に，2カ所の降灰量が得られた場合について示す．多くの調査では軸付近において降灰量が計測されるが，その軸位置は必ずしもはっきりしない．3月9日15:58分噴火の例では，2カ所で降灰量が観測でき1カ所で調査検知限界（0.0 g/m^2）を確認した．この場合，調査検知限界を元に軸位置設定しEAI火山灰堆積量を求めることとした．この他，分布限界が求められない場合において，車上からの観察情報を元にしてEAI分布を推定しEAI火山灰堆積量を求めた．例えば，直後に降雨が生じる場合は通常主軸付近の調査向かう．その際，通過する途中でどの辺りから降灰が生じたかメモに残すこともありこの情報を利用した．我々は，3月2日から

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

3日朝方に降った火山灰を翌日調査した際に，1.8 g/m^{2}の降灰量観測点付近までは車上から認識していたが，それ以降は車から降りないと降灰の有無が確認できなかった．そこで車上から確認できた降灰分布限界（車上検知限界）を1～3 g/m^{2}とした．具体的にはEAI分布で推定される1～3 g/m^{2}の等層厚線と車上検知限界がフィットする軸を探した．

次に，3カ所の降灰量が得られた場合は，検証できるのは1点である．この場合，選択する軸によって火山灰堆積量が大きく変わる場合がある．従って，調査検知限界などの制約情報を得ることが望ましい．次に，4カ所以上の降灰量が得られた場合には，検証点2カ所もしくはそれ以上の観測値/計算値の平均が1に最も近くなる軸を選択するようにした．これらの場合，概ね安定した計算軸が得られるが組み合わせによってはEAI火山灰堆積量が大きくなるケースがある．なお，予察として3月6日の溶岩噴出前に火山灰の噴出率が徐々に上昇する結果が得られ，ブルカノ式噴火時では噴出率と噴出量が冪乗に比例することが示唆された．

3．考察

EAI火山灰分布を用い火山灰堆積量を推定する場合，3カ所以上の降灰量が得られた場合でも降灰量からは常識から逸脱した大きなEAI火山灰堆積量を算出する場合がある．これを避ける方法として，調査検知限界，車上検知限界によって楕円比を制約することが望ましい．降灰量は噴煙・風条件，観測環境，採取者，採取条件によって値はばらつくため幾何学的に近似した計算ではブレ幅が大きくなると考えられる．一方，調査検知限界，車上検知限界は平均的な降灰量を表現するため計算結果のブレが押さえられると考えられる．ただし，車上検知限界は，調査者の注視状態や走行速度によってその値が変わることが考えられ，調査検知限界を探すのが今のところ最善と考えられる．調査検知限界も降灰が時間とともに位置を変えてゆく場合などはその利用に注意が必要となる．この他，複数の検証点から軸を選定する方法を議論する．

謝辞：本調査結果は，新燃岳降灰調査グループのデータの一部を使わせて頂いた．また，霧島ネイチャーガイドクラブの方々には現地調査でお世話になった．ここに御礼申し上げます．

キーワード：新燃岳、火山灰、EAI
Keywords: Shinmoedake, ash fall, EAI

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

光学式ディスドロメータによる降灰測定：噴煙観測におけるレーダーパラメータへの制約

Optical disdrometer measurement of tephra fall: Constraints on radar parameters for eruption cloud observations

*小園 誠史[1]、井口 正人[2]、三輪 学央[3]、真木 雅之[4]、前坂 剛[3]、味喜 大介[2]、西村 太志[1]
*Tomofumi Kozono[1], Masato Iguchi[2], Takahiro Miwa[3], Masayuki Maki[4], Takeshi Maesaka[3], Daisuke Miki[2], Takeshi Nishimura[1]

1. 東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻、2. 京都大学防災研究所火山活動研究センター、3. 防災科学技術研究所、4. 鹿児島大学地震火山地域防災センター
1. Department of Geophysics, Graduate School of Science, Tohoku University, 2. Sakurajima Volcano Research Center, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 3. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 4. Research and Education Center for Natural Hazards, Kagoshima University

火山噴火における降灰現象は，これまで主に堆積物の質量・粒径分布の計測などの地質学的手法に基づき調べられてきた．近年，堆積物データと降灰拡散・堆積過程の数値シミュレーションを組み合わせた噴火ダイナミクス研究が進展しているが，この観測とシミュレーションの統合研究をさらに発展させるには，噴火の時間スケールと同等の高時間分解能で噴火現象の多項目観測を行うことが要求される．その観測を実現する方法の一つとして，気象学分野におけるレーダーやディスドロメータを用いた降雨観測のような，他分野の観測技術を降灰観測に適用することが挙げられる．本研究では，光学式のディスドロメータであるパーシベルを用いて，桜島火山で頻発している降灰現象を観測し，その定量的な特徴を明らかにすることを目的とした．

本研究におけるディスドロメータによる降灰観測は，桜島の昭和火口から約2.5 km南の1地点で約2年間実施され，その結果，76の噴火イベントについて，1分間隔で火山灰の粒径と落下速度を計測することに成功した．観測では，降灰中は粒子のサイズと落下速度が時間と共に減少するという降雨には見られない顕著な特徴があることを発見し，これによって，降灰イベントを簡便に検知することが可能となった．さらに，検知されたイベントと気象庁の噴火リストに報告されている噴煙の流向に関する情報を比較したところ，南方向への噴煙を伴う噴火中の降灰検知率は，その他の風向の場合よりも約7倍高くなることが明らかになった．また，粒径と落下速度の時間変化の特徴も，南方向への噴煙の場合に最も顕著になることがわかった．以上のことから，本研究で設置したディスドロメータは火口方向から観測点へ直線的に到達する降灰を特に精度よく計測しており，火口からの全方向を包囲するディスドロメータの多点観測網によって，火山灰拡散や噴煙のダイナミクスに関する重要な情報を得られる可能性があることが示された．

検知されたイベントを用いて，本研究では粒径と落下速度の定量的な関係を詳細に調べた．また，ある１イベントではディスドロメータと同地点でデジタル重量計によって降灰積算質量を高精度で計測しており，これによって粒子密度を計算することが可能となった．以上の粒径－落下速度の関係と粒子密度のデータを用いて，先行研究で提案されている火山灰の終端落下速度モデルにおける火山灰粒子の形状パラメータに制約を与えることができた．さらに本研究では，粒径と落下速度のデータを用いて単位体積・粒径クラスあたりの粒径分布を計算し，その分布は指数分布に従うことを明らかにした．降雨の場合，その指数の値は降雨量に依存するモデルが提案されているが，そのモデルを降灰に適用して降灰量依存性を考慮すると，降雨の場合よりも指数の値が有意に小さくなることがわかった．粒径－落下速度関係式や粒径分布はレーダー解析に使用される重要なパラメータであることから，本研究で示されたその関係式や分布に関する定式化やパラメータへの制約は，気象レーダーによる噴煙観測に活用される可能性がある．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：火山灰粒径、火山灰落下速度、パーシベル、粒径分布、ブルカノ式噴火
Keywords: Tephra size , Tephra fall velocity, Parsivel, Particle size distribution, Vulcanian eruption

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-TT 計測技術・研究手法

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | A11 東京ベイ幕張ホール

[S-TT43] 地震観測・処理システム

コンビーナ:前田 宜浩(防災科学技術研究所)、座長:篠原 雅尚(東京大学地震研究所観測開発基盤センター)

自然地震・人工地震を観測するための地球計測法やデータ処理システムについて討論する．地震観測網の構築や改良、観測・計測の技術革新，物理探査に関する データ処理システムの革新，防災情報の発信などの話題を募集する．関連する地球物理学的な観測についての講演も広く募集する．

10:45 ~ 11:00

[STT43-01] 連続観測用ボアホール応力計の特徴に関するまとめと考察

*石井 紘[1]、浅井 康広[1] (1.公益財団法人 地震予知総合研究振興会 東濃地震科学研究所)

11:00 ~ 11:15

[STT43-02] 海中浮遊ロボットMERMAIDによる地震観測

*大林 政行[1]、杉岡 裕子[2] (1.独立行政法人海洋研究開発機構 地球深部ダイナミクス研究分野、2.神戸大学理学研究科惑星学専攻)

11:15 ~ 11:30

[STT43-03] 高温光ファイバーとDASテクノロジーを使った250℃を超える環境下の坑井内での地震観測

*木村 恒久[1] (1.シュルンベルジェ)

11:30 ~ 11:45

[STT43-04] DAS計測技術を用いた三陸沖光ケーブル観測システムにおける高密度海底地震観測の試み

*篠原 雅尚[1]、山田 知朗[1]、悪原 岳[1]、望月 公廣[1]、笠嶋 丈夫[2]、有岡 孝祐[2]、濱川 雅之[3]、久保田 俊輔[4] (1.東京大学地震研究所、2.富士通研究所、3.富士通、4.ワイケー技研)

11:45 ~ 12:00

Discussion

12:00 ~ 12:15

Discussion

連続観測用ボアホール応力計の特徴に関するまとめと考察
Summary and Considerations about Characteristics of Borehole Stress Meter for Continuous Observation

*石井 紘[1]、浅井 康広[1]
*Hiroshi Ishii[1], Yasuhiro Asai[1]

1. 公益財団法人 地震予知総合研究振興会 東濃地震科学研究所
1. Tono Research Institute of Earthquake Science, Association for the Development of Earthquake Prediction

当研究所で開発した連続観測用のボアホール応力計に関してはIshii & Asai(2015)に述べられている。また,石井・浅井（2019）においては開発された応力計の観測可能範囲が広いこと,直流成分にも応答することや震源に関して地震計と異なる物理情報を得ることができることなどを述べている.連続観測用ボアホール応力計はその他にもいろいろな特徴があり,それらを理解しておくことは今後の地震研究にも役立つと考えられる.そこで本稿においては考察した結果をまとめた.

考察した内容は以下の様である.

１．「応力計は応力と歪の両方を観測できる」においては応力計が応力と歪の両方を観測できることの説明のほかに応力計の歪観測システムは従来の円筒の変形を測定する歪観測より測定システムが理解しやすい上に装置のYoung率も求めることができることを述べている.

２．「応力計により観測される応力は歪と異なり岩盤の弾性定数が未知でも求められる」においては応力計により観測・測定する応力は埋設設置してある岩盤媒質の弾性定数に関係なしに求まることを述べている.歪は応力計の拡大機構の歪を測定しているので岩盤の歪は直接求まらないが拡大機構のYoung率が求められるので岩盤媒質のYoung率がわかれば岩盤の歪も求められることを述べている.拡大機構のYoung率を岩盤と同じくすれば岩盤の歪も直接求めることができる.

３．「観測された応力や歪の地震波形などをみると長周期変動の場合,二次元不変量成分と鉛直成分は相似波形で位相が逆になっている.」この理由を考察した。

４．ボアホール応力計で観測される変動の分解能は地上において観測する変位などより２桁近く分解能がよい.このことを関東地震,東北地震や伊豆の群発地震の観測データを用いて考察した。

５．「応力計・歪計のdynamic range は如何に広いか」ということを石井・浅井（2019）において述べたが、それに加えてさらなる考察も加えた.

キーワード：連続観測用ボアホール応力計、応力と歪を観測可能、広い観測レンジ、観測された不変量と鉛直成分の相似性、高い分解能
Keywords: Borehole Stress Meter for Continuous Observation, Observation of both Stress and Strain, Wide Observation Range, Similarity of Elastic Invariants and Vertical Component , High Resolution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海中浮遊ロボットMERMAIDによる地震観測
Seismic monitoring by an autonomous robotic float equipped with a hydrophone: MERMAID

*大林 政行[1]、杉岡 裕子[2]
*Masayuki Obayashi[1], Hiroko Sugioka[2]

1. 独立行政法人海洋研究開発機構 地球深部ダイナミクス研究分野、2. 神戸大学理学研究科惑星学専攻
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Department of Planetology, Kobe University

Seismic monitoring in the oceans has been limited to rather localized experiments such as ocean bottom seismometers (OBSs) and moored hydrophones. Because about 70% of the Earth is covered by water, advances in seismic monitoring depend on the development of radically new instruments, capable of providing seismic data all over the ocean. Recently a new instrument, named MERMAID (Mobile Earthquake Recording in Marine Areas by Independent Divers), was developed to measure acoustic signals converted from seismic waves at the seafloor. The MERMAID is an autonomous robotic float equipped with a hydrophone and drifts passively at 1,500 –2,000 m depth until an earthquake signal is detected. If this is identified as a strong P wave, the MERMAID ascends at speed of 10 cm/s for transmission of the recorded waveform within time window of a hundred seconds before and after the P wave arrival as well as its global positioning system coordinates at the surface. After transmitting the data via satellite links, the MERMAID descends at speed of 5 cm/s to monitor earthquake signals at 1,500 –2,000 m depth again. Therefore we are able to obtain seismograms from the ocean in quasi-real time. Under an international project collaborated among Japan, France, United States and China, we planed to deploy more than 40 drifting buoys with hydrophone to image the detail of the South Pacific mantle plume that is one of two huge mantle plumes from the base of the mantle. As part of this project, we deployed drifting floats in the South Pacific during the 1st leg of MR18-06 cruise. We will show the obtained seismograms and discuss their quality.

キーワード：海中地震観測、海中音波、フロート、ハイドロフォン
Keywords: seismic monitoring in the ocean, underwater acoustic wave, float, hydrophone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

高温光ファイバーとDASテクノロジーを使った250℃を超える環境下の坑井内での地震観測
Earthquake observation in a borehole over 250 ˚C using high temperature optical fiber and DAS technology

*木村 恒久[1]
*Tsunehisa KIMURA[1]

1. シュルンベルジェ
1. Schlumberger

DASテクノロジーは、パイプラインのモニタリングや侵入者を感知する目的で、2011年頃から石油・ガス産業に導入されている。近年では “heterodyne Distributed Vibration Sensing”（以下、hDVS）と呼ばれる位相差データを用いる最新の光ファイバーセンシング技術の適用により、Vertical Seismic Profile（以下、VSP）を含むサイスミックデータ取得ができるようになった[1)]。3DVSPの手法で立体的なイメージングもできる[2)]。そのhDVS装置を使った自然地震や、津波を目標に据える波の観測ができることを近年のJpGUや地震学会で紹介してきた[3)]。

2018年後半、日本国内の地熱坑井においてhDVS装置を用いた自然地震観測の実証試験を行った。最大深度約1,600 mの傾斜井に300℃対応の高温光ファイバー検層ケーブルを降ろし、その光ファイバー（シングルモードファイバー）に第三世代のhDVS取得装置をつなげ、５日間にわたる自然地震の収録を行ったものである。約900mの深度で記録した最高温度は250℃を超えた。このような高温環境下では、地震計を含むほぼ全ての電子・電気・磁気センサーは長期間の動作が不可能である。DAS装置を使っても筆者の知る限りでは前例が無く、少なくとも日本初の試みである。

高温光ファイバー検層ケーブルには長さ2m、重量25kgの錘を取り付け、裸坑内で錘がスタックするのを回避するために、ケーシング管内の977mの深さまで降ろし観測を開始した。60秒を1ファイルとする連続観測で、地表から975m区間のデータを5日間にわたって記録した。本稿では、その連続測定データを用い、自然地震波の観測がどの程度行えるか検証した結果を報告する。

観測期間中、６回の自然地震の観測に成功した。その内２回は気象庁の地震情報に掲載された中規模な地震だった。その一例は以下のように記録された。

(2018年11月21日 04時09分49.9秒　緯度30˚24.0'N 経度130˚ 9.0'E 深さ123km M5.2)

hDVSで記録した地震データを図１に示す。

波形から解析したP波の到達時刻は坑井最深部において11月21日4:10:12.2 JST、地表付近において4:10:12.5 JSTである。測定パラメータは、ゲージ長4 m、空間サンプリング1 m、および、サンプリング周期を1 msecとした。ゲージ長を変化させる再処理も行い、よりS/Nの高いデータが得られることを確認した。最適なゲージ長での再処理は、様々なDAS装置の中でhDVSのみが持つユニークな特徴である。

防災科学技術研究所（以下、防災科研）が公開しているHi-netによる連続波形画像との比較も行った。坑井から約4km離れた所にある観測点が最も近く、その連続波形記録を参照したところ、hDVSの測定データとほぼ一致することを確認した。微小な地震に対しては、hDVSの測定データの方がS/Nが高い場合もあった。それらのデータについては、発表の際に紹介する。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

本観測結果より、hDVS/DASを用いた測定手法は、非常に高い高温環境下にある地熱井やマントルに達するような非常に深い井戸であっても、光ファイバーの状態が良好であれば、坑井内のモニタリングを行いながら自然地震波の観測システムとしても利用できる可能性が示された。

謝辞：リファレンスとなる地震情報は、気象庁、および防災科研のデータを用いました。これらの機関に対し感謝の意を表します。

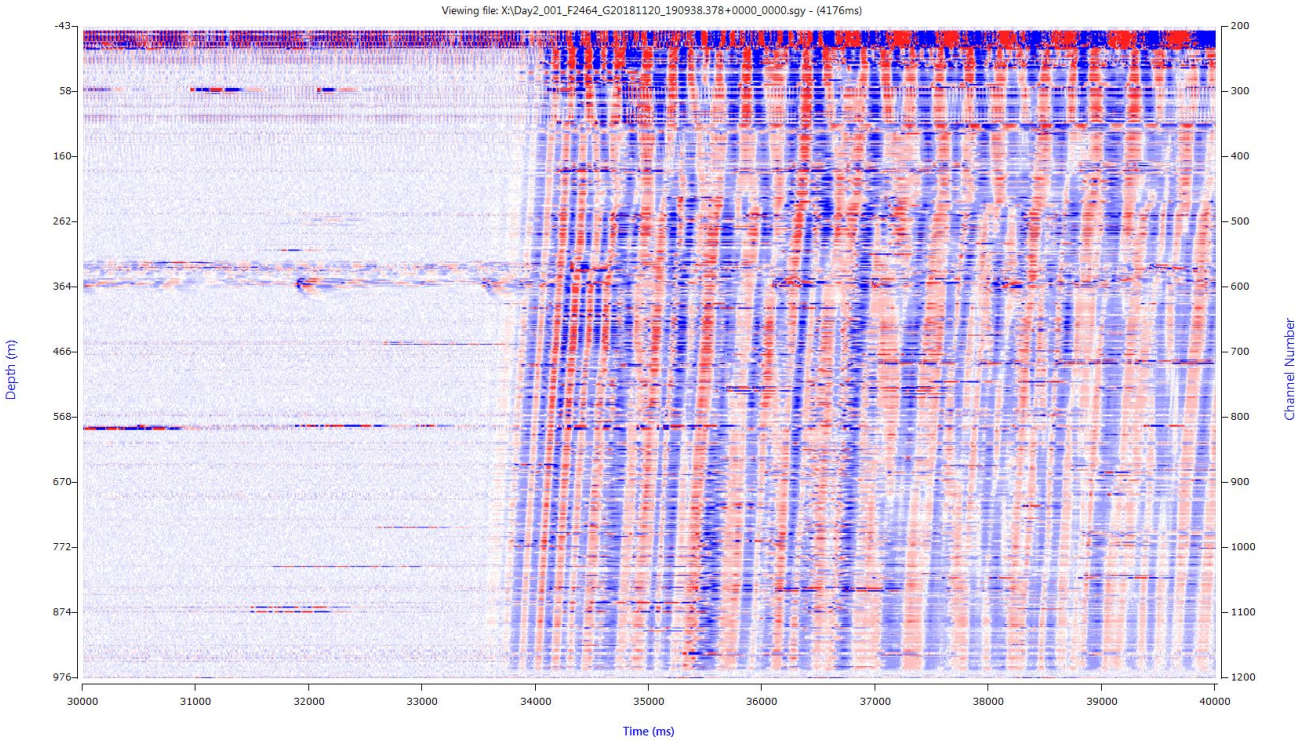
引用文献：

1) Kimura, T., Lees, G., and Hartog, A., Optical Fiber Vertical Seismic Profile using DAS Technology, JpGU 2016 (RAEG 2016, STT17-12) Extended Abstract.

2) Kimura, T. et al, Hybrid 3D VSP Using Fiber-Optic Technology and a Conventional Borehole Seismic Array Tool, EAGE Copenhagen 2018 (Th H 10) Extended Abstract.

3) Kimura, T., Kobayashi, Y., Naruse, R., and Xue, Z., Earthquake events monitoring in a well using Optical Fiber and DAS Technology, JpGU 2018 (STT50-04), Kimura, T., Summary of Earthquake Events Recorded in Japan using DAS Technology, and Future Vision, SSJ 2018 (S02-P12).

キーワード：DAS、hDVS、光ファイバー、高温、地震波モニタリング、地震
Keywords: DAS, hDVS, optical fiber, high temperature, seismic monitoring, earthquake



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

DAS計測技術を用いた三陸沖光ケーブル観測システムにおける高密度海底地震観測の試み

Distributed Acoustic Sensing measurement by using seafloor optical fiber cable system off Sanriku for dense seismic observation

*篠原 雅尚[1]、山田 知朗[1]、悪原 岳[1]、望月 公廣[1]、笠嶋 丈夫[2]、有岡 孝祐[2]、濱川 雅之[3]、久保田 俊輔[4]
*Masanao Shinohara[1], Tomoaki Yamada[1], Takeshi Akuhara[1], Kimihiro Mochizuki[1], Takeo Kasajima[2], Takahiro Arioka[2], Masayuki Hamakawa[3], Shunsuke Kubota[4]

1. 東京大学地震研究所、2. 富士通研究所、3. 富士通、4. ワイケー技研
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 2. Fujitsu Laboratories Ltd., 3. Fujitsu Limited, 4. YK Giken Co., Ltd.

近年、光ファイバをセンサとして用いるDistributed Acoustic Sensing(DAS)計測が、セキュリティー監視やパイプラインのモニタリングに用いられている。さらに、DAS計測は、資源探査のためにVertical Seismic Profilingなどの地震探査にも使われ始めてきている。また、自然地震観測も行われており、海底ケーブルによる先駆的な観測例もある。DAS計測は光ファイバセンシング技術の一つで、コヒーレントな光の短いパルスを、シングルモードファイバに連続して送信し、後方散乱を観測する。ファイバ近傍で発生した振動により発生したファイバの微小な変形が、後方散乱波のパターンを変化させることから、振動を検出する。パルスを送出してからの時間が距離に対応し、パルス幅が空間分解能に対応する。現在は、空間分解能は短い場合では1-20mに対応している。すなわち、地震計を数十m観測で、長さが敷設されているファイバに対応する直線アレイ観測が行える。現状では、約70km以遠まで散乱波を観測することが可能である。一方、得られるデータのうち振幅情報などについては、これまでの振り子型地震計によるデータとは性質が異なり、データ処理手法についても、検討・開発が必要である。 地震研究所は、平成8年に三陸沖光ケーブル式海底地震・津波観測システムを設置し、2011年東北地方太平洋沖地震の被災による中断を経て、現在も稼働している。このシステムは将来の拡張用として、6本（3組）のファイバが用意されている。このファイバは、分散シフト・シングルモードファイバであり、DAS計測が適用可能なファイバである。そこで、次期海底ケーブル式観測システムの新技術として、DAS技術を用いた海底地震観測システムの開発を、三陸沖光ケーブル観測システムを用いて、行うこととした。DAS技術による海底観測は、海底ケーブル上に短い間隔でセンサを取り付けた状態と同じであり、これまで「点」であった観測を、「線」での観測に変化させる画期的なものである。平成8年に設置した三陸沖光ケーブル式海底地震・津波観測システムの空きファイバ（dark fiber）を用いて、2019年2月13日から15日の間に、DAS計測を実施した。DAS計測の送受信機を陸上局に設置し、陸上局から100kmまで離れたところまで、サンプリング周波数500Hz、観測チャンネル間隔(空間分解能)10mまたは40mで連続収録した。その結果、観測システム近傍で発生した比較的規模の小さな地震や、深発地震を含めて多数の地震が観測された。今後、得られたデータを用いて、解析手法の検討・開発を開始する予定である。

キーワード：三陸沖ケーブル観測システム、DAS計測、高密度海底地震観測
Keywords: Seafloor optical cabled observation system off Sanriku, Distributed Acoustic Sensing (DAS) measurement, High dense seafloor seismic observation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-TT 計測技術・研究手法

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_13

[S-TT43] 地震観測・処理システム

コンビーナ:前田 宜浩(防災科学技術研究所)

自然地震・人工地震を観測するための地球計測法やデータ処理システムについて討論する．地震観測網の構築や改良、観測・計測の技術革新，物理探査に関する データ処理システムの革新，防災情報の発信などの話題を募集する．関連する地球物理学的な観測についての講演も広く募集する．

[STT43-P01] 廉価・容易に構築できる地震計ネットワークシステムの提案

*伊藤 貴盛[1]、赤澤 隆士[2]、楠 浩一[3]、矢澤 正人[4] (1.株式会社aLab、2.一般財団法人地域地盤環境研究所、3.東京大学地震研究所、4.株式会社数理設計研究所)

[STT43-P02] 廉価な高密度強震観測ネットワークの実現に向けた試験観測

*赤澤 隆士[1]、伊藤 貴盛[2] (1.一般財団法人地域地盤環境研究所、2.株式会社aLab)

[STT43-P03] 津波地震の規模推定への利用を想定した気象庁広帯域地震計・速度型強震計の長周期帯域のノイズレベルの比較

*田中 昌之[1]、勝間田 明男[1] (1.気象研究所)

[STT43-P04] エアガンの観測波形を用いたS-net観測点の海底表層地震波速度と設置方位の推定：大型鯨類鳴音の音源定位に向けて

*岩瀬 良一[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[STT43-P05] Parametric time series – video sincronization tool

*Gerardo Manuel Mendo Pérez[1]、Alejandra Arciniega Ceballos[1,2]、Alejandro Rosado Fuentes[1] (1.Earth Science Graduate Program, National Autonomous University of Mexico、2.Department of Volcanology, Institute of Geophysics, National Autonomus University of Mexico)

廉価・容易に構築できる地震計ネットワークシステムの提案
Proposal of the low cost seismometer network system

*伊藤 貴盛[1]、赤澤 隆士[2]、楠 浩一[3]、矢澤 正人[4]
*Takamori Ito[1], Takashi Akazawa[2], Koichi Kusunoki[3], Masato Yazawa[4]

1. 株式会社aLab、2. 一般財団法人地域地盤環境研究所、3. 東京大学地震研究所、4. 株式会社数理設計研究所
1. aLab Inc., 2. Geo-Research Institute, 3. ERI, The University of Tokyo, 4. MAD Lab.

IT強震計(鷹野他 2004)では、当初、自助共助を目的とした「草の根型地震防災情報システム」を実現することを目指していた。その後の経緯から、現在は建物観測に重点が置かれ、汎用の地震計応用ネットワークとしての開発は進んでいない。この原因の一つに、地震計本体だけでなく、従来はネットワークを含めたシステム全体の現実的な運用コストを低く抑えることが困難であったことがあげられる。VPS(virtual private server)とVPN(virtual private network)を用いて、廉価に地震計ネットワークを構築する方法を考え、試験運用をはじめた。

http://itk.seism.jp/

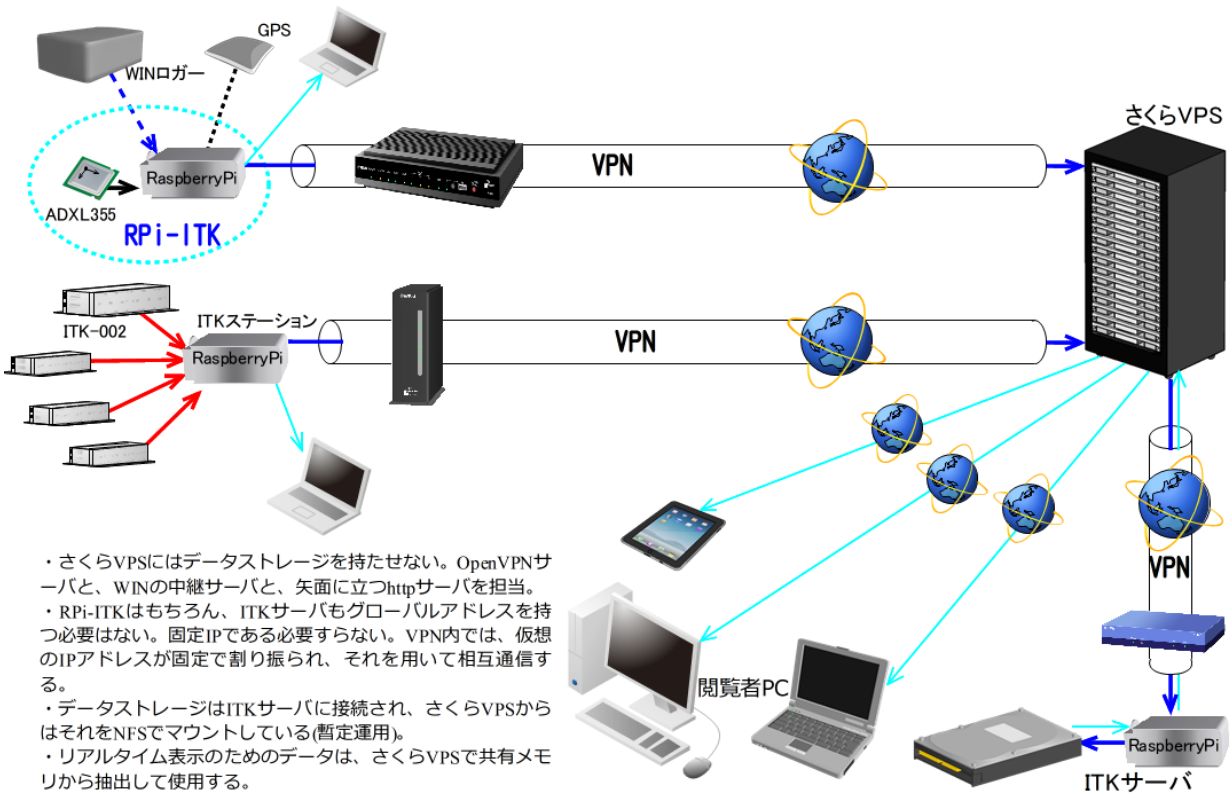
中核となるテレメータシステムとしてはWINシステムをそのまま使用している。安定しており利用制限も無いため、新規にシステムを開発する必然性は無く、利用者も多く運用ノウハウが蓄積していることも利点となる。しかしながら、WINシステムの転送方法はなりすまし等の攻撃に対して脆弱であり、インターネット上でそのまま使用するには問題がある。WINシステムの通常の運用は利用者の限られた閉域網なので問題にならず、インターネット経由の場合にはVPNルータを用いて運用されているが、VPNルータは高価で設定も難しいこともあり、安価にシステムを構築する上では障害になる。無料で使用できるソフトウェアでVPNを実現することで、この部分のコストをカットできる。WINシステムは、テレメータシステムとしての能力に不足はないが、表示には基本的にX-Windowを使用しており、現在では一部の研究者以外には敷居が高い。IT強震計試作機などでは、CGIとJavaアプレットを用いてWeb経由の表示を実現していた。Javaアプレットのサポートが打ちきられつつあるため、ここではJavaScriptを用いた波形表示(伊藤 2018)を用いてWeb経由の表示を実現している。従来のWeb表示はIT強震計試作機互換システム専用であったが、WINシステム汎用で使えるように改良を進めている。

試験運用しているシステムでは、中核となるサーバにさくらインターネットのVPSを使用している。グローバルIPアドレスの付いたバーチャルマシンを最安プランで685円/月で利用できる。VPNにはOpenVPNを使用している。このため、他の構成機器にはRaspberryPiを使用しているが、グローバルアドレス不要で、例えば既存の家庭内LANなどに接続して運用できるのでネットワークに関する追加費用は発生しないと考えて良い。地震計として、RaspberryPiにアナログデバイセズ社のMEMS加速度センサのADXL355を接続して使用することで、廉価(部品代15000円程度)にIT強震計試作機(約60万円)以上の機能を実現している(赤澤・伊藤 2019)。旧来のITKステーション(伊藤・鷹野 2010)にOpenVPNをインストールしたものも、このネットワークに接続されている。RaspberryPi上でもWINシステムを走らせているため、ここに既存のwin出力ロガーを接続してこのネットワーク参加することも可能である。

今後、規模を拡大しつつ試験運用を継続し、運用上の問題点の確認と対処を進める。そして、このネットワークを生かし、IT強震計の当初の目的に沿った自助・共助に役立つアプリケーションの研究・開発を行う。

キーワード：地震観測ネットワーク
Keywords: seismic network

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



・さくらVPSにはデータストレージを持たせない。OpenVPNサーバと、WINの中継サーバと、矢面に立つhttpサーバを担当。
・RPi-ITKはもちろん、ITKサーバもグローバルアドレスを持つ必要はない。固定IPである必要すらない。VPN内では、仮想のIPアドレスが固定で割り振られ、それを用いて相互通信する。
・データストレージはITKサーバに接続され、さくらVPSからはそれをNFSでマウントしている(暫定運用)。
・リアルタイム表示のためのデータは、さくらVPSで共有メモリから抽出して使用する。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

廉価な高密度強震観測ネットワークの実現に向けた試験観測
Experimental observation toward the realization of low-cost and high-density strong-motion observation network

*赤澤 隆士[1]、伊藤 貴盛[2]
*Takashi Akazawa[1], Takamori Ito[2]

1. 一般財団法人地域地盤環境研究所、2. 株式会社aLab
1. Geo-Research Institute, 2. aLab Inc.

阪神・淡路大震災を引き起こした1995年兵庫県南部地震を機に，強震観測の必要性が再認識され，それ以降日本では世界に類を見ない高密度な強震観測網が急速に整備された。例えば，防災科学技術研究所 (現在の国立研究開発法人防災科学技術研究所) は，全国約1,000カ所に約20 km間隔で強震計を設置し，K-NET (Kyoshin Net；全国強震観測網) として運用を開始した。一方，関西地域では，関西地震観測研究協議会が1995年兵庫県南部地震発生の前年から独自の強震観測網を展開しており，K-NETと合わせて高密度な強震観測網が整備されている。しかし，これだけの観測密度を以てしても，地震による地面の揺れを詳細に把握するには限界がある。この課題の解決策の一つとして，強震観測点の数をさらに増強するという方法があるが，そのためには多額の費用を確保する必要があり，それが強震観測点数の増強を妨げる要因の一つとなっている。

著者らは， IT強震計試作機相当の廉価なITKセンサを開発し，そのセンサをVPS (Virtual Private Server) とVPN (Virtual Private Network) を用いた廉価な地震計ネットワークの試験運用 (伊藤・他(2019)) の一環として利用する傍ら，既存の強震計と併設して強震計としての性能を評価するための試験観測を開始した。今回開発したITKセンサは，Raspberry Piにアナログデバイセズ社のMEMS加速度センサADXL355を接続することで，廉価 (部品代15,000円程度) にIT強震計試作機 (約60万円) 以上の機能を実現している。上述した試験運用中のネットワークは，このセンサを既設のLANにDHCPを利用して接続するだけで，観測データを予め用意したVPSに集約することが可能となっている (詳細は伊藤・他(2019)参照) 。一方，このセンサは，Raspberry Pi (今回はRaspberry Pi 3 Model B+) を観測データの収録に使用しており，16GBのUSBメモリを接続すれば，約8カ月分の観測データを収録することができる。時刻を較正する方法には，NTPサーバと同期する方法とGPSを利用する方法があり，後者を利用すれば，オフライン環境下でも，時刻を較正しつつ観測データを収録することが可能である。今後，試験観測を継続し，廉価な高密度強震観測ネットワークの実現に向けた検討を進めていく予定である。

キーワード：強震観測、強震計
Keywords: Strong-motion observation, Strong-motion seismometer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

津波地震の規模推定への利用を想定した気象庁広帯域地震計・速度型強震計の長周期帯域のノイズレベルの比較

Comparison of noise levels of the JMA and F-net broadband seismographs / strong motion velocity-type seismographs in long-period range for the purpose of magnitude estimation of tsunami earthquakes

*田中 昌之[1]、勝間田 明男[1]
*Masayuki Tanaka[1], Akio Katsumata[1]

1. 気象研究所
1. Meteorological Research Institute

津波地震（スロー地震）は, 同じ規模（地震モーメント）の通常の地震に比較して地震波の短周期成分の励起が低い現象である(Kanamori, 1972)．その結果，気象庁マグニチュードM_jや表面波マグニチュードM_sなどの周期数秒～20秒の地震波の振幅から直接決められるマグニチュードがモーメントマグニチュード(M_w)よりも小さくなる．1992年ニカラグア地震(M_s7.2, M_w7.6)は，M_wが8未満であるのに破壊継続時間が100秒を超えており，津波地震と考えられている(例えば, Satake *et al.*, 1993). このような地震は，発生メカニズム解析や地震の規模推定等において長周期の地震波に注目する必要があり，広帯域地震計による観測データはとても期待されている．国立研究開発法人防災科学技術研究所が運用する広帯域地震観測網（F-net）では，日本各地に広帯域地震計と速度型強震計を併設し，広帯域かつ広ダイナミックレンジの観測を可能としている．広帯域地震計は温度変化の影響を受けやすく，速度型強震計と一緒に奥行きのある横坑の最奥部に設置されている．先行研究では，国内で発生する津波地震に対して，F-netの速度型強震計を規模推定に活用できそうであることが分かった（例えば，田中・勝間田, 日本地震学会2017年度秋季大会, 田中・勝間田, JpGU Meeting 2018, 田中・勝間田, 日本地震学会2018年度秋季大会）．気象庁も全国に併設ではないが広帯域地震計と速度型強震計を設置している．しかしながら，一部を除き，横坑内の設置ではないなど観測環境はF-netほど整っていない．そこで，気象庁とF-netの速度型強震計等の観測された連続波形記録からバックグランドのノイズレベルを調べる．McNamara and Buland (2004)等を参考に，時間窓を1日とし，半日ずつシフトさせながらそれぞれの期間におけるパワースペクトル密度を計算する．その結果から気象庁の広帯域地震計や速度型強震計が津波地震に使えるかを検討する．図1に一例として，気象庁の根室豊里観測点と近隣のF-netの根室観測点における，2019年1月1日00時00分から1時間の上下動成分の速度型強震計記録を使って解析したパワースペクトル密度を示す．ほぼ同じノイズレベルであり，設置環境の違いによる影響は当観測点については認められない．

謝辞
国立研究開発法人防災科学技術研究所の広帯域地震観測網F-netの波形データを使用させて頂きました。

キーワード：広帯域地震計、速度型強震計、パワースペクトル密度、ノイズレベル
Keywords: Broadband Seismograph, Strong Motion Velocity-type Seismograph, Power Spectral Density, Noise Level

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

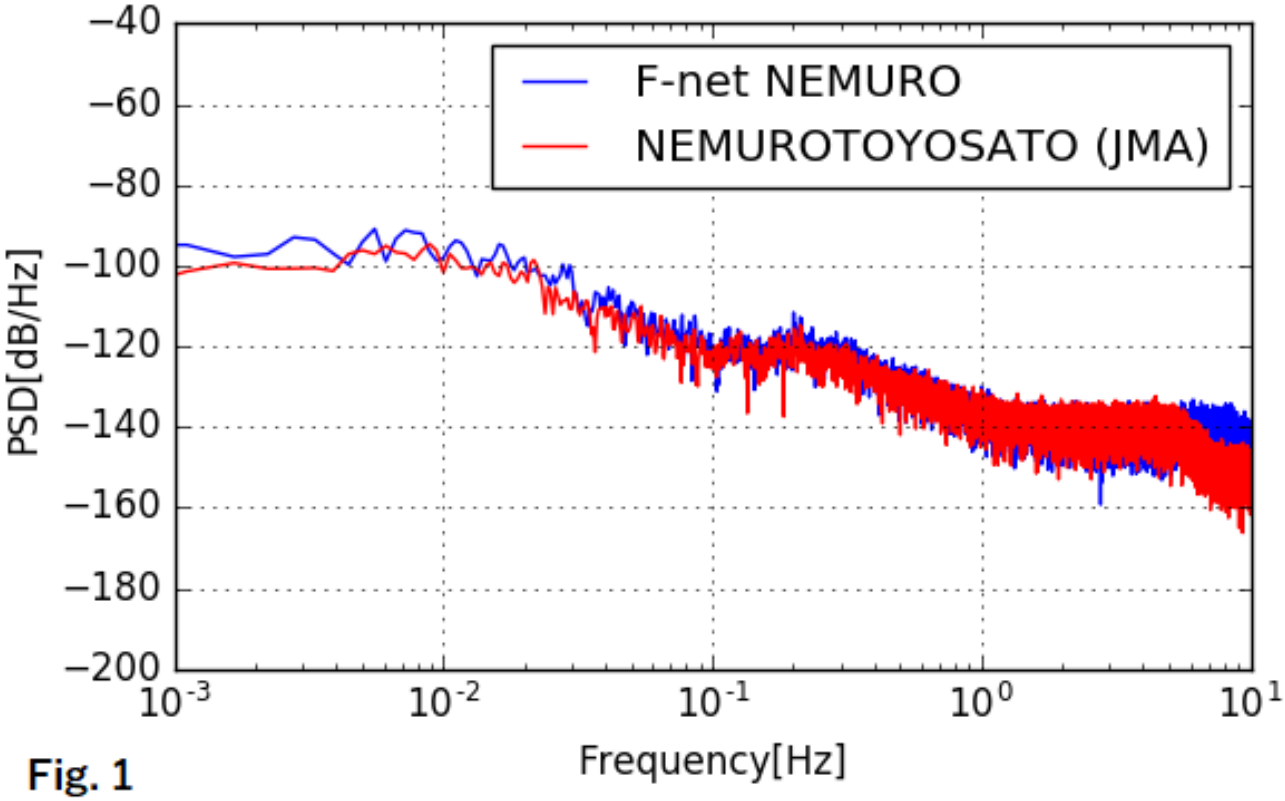


Fig. 1

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

エアガンの観測波形を用いたS-net観測点の海底表層地震波速度と設置方位の推定：大型鯨類鳴音の音源定位に向けて

Estimation of seismic wave velocity of seafloor surface and installation orientation at S-net station based on observed waveform of air gun: Toward sound source localization of large baleen whale

*岩瀬 良一[1]
*Ryoichi Iwase[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. National Research and Development Agency, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

北海道釧路・十勝沖、三陸沖、並びに房総沖では、海底ケーブル型観測システム搭載のハイドロフォンや地震計により、大型のヒゲクジラの一種であるナガスクジラの鳴音が検出されている(Iwase, 2015)。近年、東日本東岸の北海道から千葉沖に渡る広大な範囲に150もの観測点からなる海底ケーブル型観測システム「日本海溝海底地震津波観測網」(S-net)が防災科学技術研究所により設置され、観測波形のデータ公開も開始された。地震や津波の観測や早期検知にとってだけでなく、この観測システムの登場は、これまで局地的な数点での観測にとどまっていた鳴音検出を、広大な海域に拡大するものであり、これまで空白域となっていた西太平洋、特に日本近海におけるナガスクジラなどのヒゲクジラ類の回遊行動などの解明に資することが期待される。

一方、これらの行動解明のためには、単なる鳴音検出だけでなく、音源定位による個体の移動を把握することが望ましい。しかしながら、地震と違って鯨類鳴音は、通常、海底ケーブル型観測システムを構成する複数の観測点で検出されるほど音圧レベルが大きいものではなく、単一の観測点での波形記録のみから音源定位を行う必要がある。単一の三成分地震計による音源定位手法としては、パーティクル・モーションを用い、水中音波である鳴音の入射方位に加え、入射角を水平距離の推定に使用する方法がある。地震波形上に記録される鳴音は、水中を伝搬してきた水中音波そのものではなく、水中音波が海底面に入射して海底下に透過した地動であり、入射臨界角内では疎密波（P波）と変換された横波（SV波）の合成波となる。そのため、水中音波の海底面への入射角を推定するには、水中の音速に加え、海底表層堆積層の地震波速度、即ちP波及びS波速度も必要となる。Iwase(2016)では、東京大学地震研究所の「三陸沖光ケーブル式海底地震・津波観測システム」を対象として、発振位置（船位）が既知の音源であるエアガン信号の観測波形を用い、海底表層堆積層の地震波速度の現場推定を行っている。具体的には、パーティクル・モーションにより得られた透過波の見かけの出射角に関して、平面波の流体ー固体境界入射を仮定した際のZoeppritz方程式に基づく理論値との比較を行い、地震波速度を推定するものである。

S-netに関しては、一部の観測点の直近を海洋研究開発機構の海底広域研究船「かいめい」がエアガン発振を行いながら通過しており、web公開されている航跡データを用いることにより、同じ手法が適用可能である。

今回は、防災科学技術研究所並びに海洋研究開発機構による公開データを用いた海底表層地震波速度と設置方位の推定結果について報告する。

参考文献
R.Iwase, Jpn. Jour. App. Phys, 54, 07HG03, 2015.
R.Iwase, Jpn. Jour. App. Phys, 55, 07KG01, 2016.

キーワード：海底地震計、透過波、パーティクル・モーション
Keywords: Ocean bottom seismometer (OBS), transmitted wave, particle motion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Parametric time series –video sincronization tool

*Gerardo Manuel Mendo Pérez[1], Alejandra Arciniega Ceballos[1,2], Alejandro Rosado Fuentes[1]

1. Earth Science Graduate Program, National Autonomous University of Mexico, 2. Department of Volcanology, Institute of Geophysics, National Autonomus University of Mexico

In recent years, the development of experimental methodologies and techniques have facilitated the study of volcano-conduit dynamics through high-sensitive laboratory experiments; in which parametric time series and high-resolution videos have been analyzed separately. We present a computational tool that synchronizes parametric time series with high-resolution videos in cases where the experimental setup allows the physical phenomena to be filmed. The open-access program has been writen in Python using ObsPy (time series processing) and OpenCV3.0 (image processing) libraries and runs in different operating systems. It scales parametric time series and video frames in order to run both at same time and correlate characteristics of interest. In addition, the program can display multiple-parameter time series in one frame to study and interpret them together. We present some examples where elastic signals were sincronized with high-resolution videos in experiments that aim to understand elasto-dynamic behavior of conduits and the fluid-rock interaction. Our results display good correlation between the elastic characteristics shown in signals and the physical phenomena observed in the video. This program is an alternative tool for processing experimental data of parametric time series correlated with video frames. The program will be available under request to the main author's email.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-TT 計測技術・研究手法

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_25

[S-TT43] 地震観測・処理システム

コンビーナ:前田 宜浩(防災科学技術研究所)

自然地震・人工地震を観測するための地球計測法やデータ処理システムについて討論する．地震観測網の構築や改良、観測・計測の技術革新，物理探査に関する データ処理システムの革新，防災情報の発信などの話題を募集する．関連する地球物理学的な観測についての講演も広く募集する．

[STT43-P01] 廉価・容易に構築できる地震計ネットワークシステムの提案

*伊藤 貴盛[1]、赤澤 隆士[2]、楠 浩一[3]、矢澤 正人[4] (1.株式会社aLab、2.一般財団法人地域地盤環境研究所、3.東京大学地震研究所、4.株式会社数理設計研究所)

[STT43-P02] 廉価な高密度強震観測ネットワークの実現に向けた試験観測

*赤澤 隆士[1]、伊藤 貴盛[2] (1.一般財団法人地域地盤環境研究所、2.株式会社aLab)

[STT43-P03] 津波地震の規模推定への利用を想定した気象庁広帯域地震計・速度型強震計の長周期帯域のノイズレベルの比較

*田中 昌之[1]、勝間田 明男[1] (1.気象研究所)

[STT43-P04] エアガンの観測波形を用いたS-net観測点の海底表層地震波速度と設置方位の推定：大型鯨類鳴音の音源定位に向けて

*岩瀬 良一[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[STT43-P05] Parametric time series – video sincronization tool

*Gerardo Manuel Mendo Pérez[1]、Alejandra Arciniega Ceballos[1,2]、Alejandro Rosado Fuentes[1] (1.Earth Science Graduate Program, National Autonomous University of Mexico、2.Department of Volcanology, Institute of Geophysics, National Autonomus University of Mexico)

廉価・容易に構築できる地震計ネットワークシステムの提案
Proposal of the low cost seismometer network system

*伊藤 貴盛[1]、赤澤 隆士[2]、楠 浩一[3]、矢澤 正人[4]
*Takamori Ito[1], Takashi Akazawa[2], Koichi Kusunoki[3], Masato Yazawa[4]

1. 株式会社aLab、2. 一般財団法人地域地盤環境研究所、3. 東京大学地震研究所、4. 株式会社数理設計研究所
1. aLab Inc., 2. Geo-Research Institute, 3. ERI, The University of Tokyo, 4. MAD Lab.

IT強震計(鷹野他 2004)では、当初、自助共助を目的とした「草の根型地震防災情報システム」を実現することを目指していた。その後の経緯から、現在は建物観測に重点が置かれ、汎用の地震計応用ネットワークとしての開発は進んでいない。この原因の一つに、地震計本体だけでなく、従来はネットワークを含めたシステム全体の現実的な運用コストを低く抑えることが困難であったことがあげられる。VPS(virtual private server)とVPN(virtual private network)を用いて、廉価に地震計ネットワークを構築する方法を考え、試験運用をはじめた。

http://itk.seism.jp/

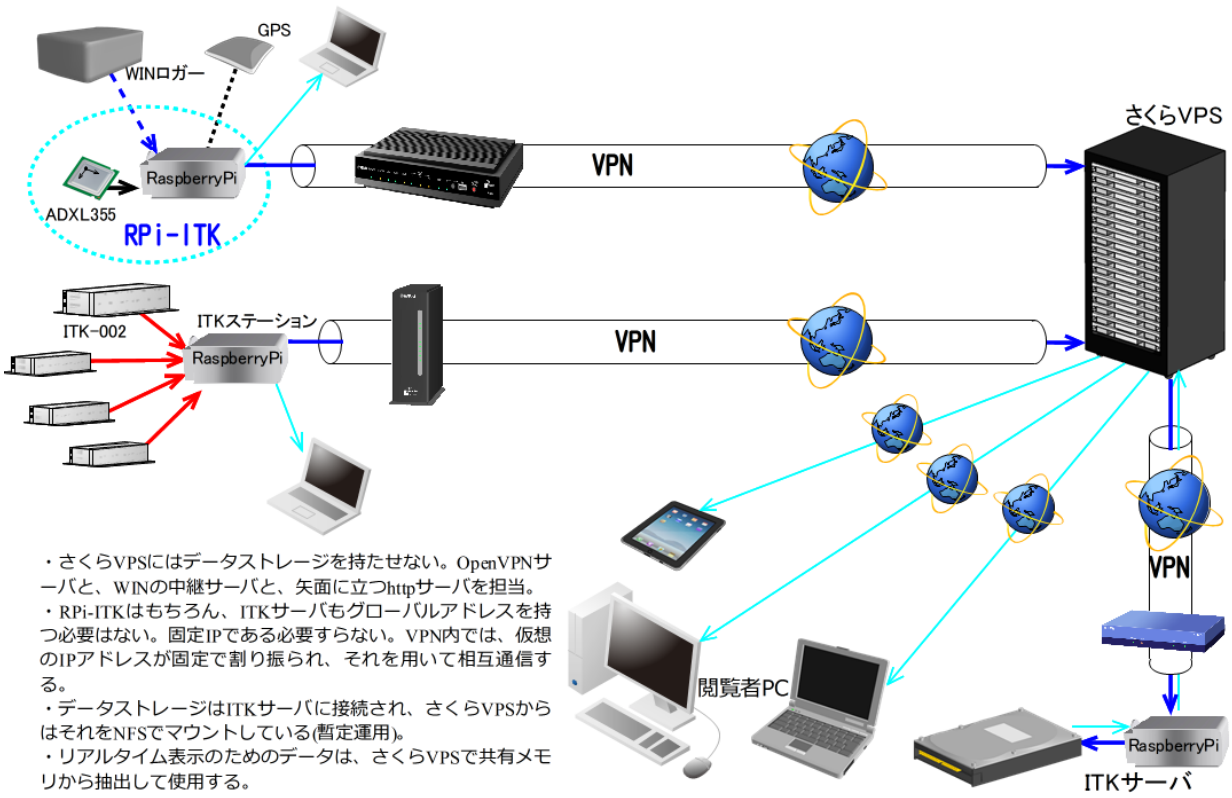
中核となるテレメータシステムとしてはWINシステムをそのまま使用している。安定しており利用制限も無いため、新規にシステムを開発する必然性は無く、利用者も多く運用ノウハウが蓄積していることも利点となる。しかしながら、WINシステムの転送方法はなりすまし等の攻撃に対して脆弱であり、インターネット上でそのまま使用するには問題がある。WINシステムの通常の運用は利用者の限られた閉域網なので問題にならず、インターネット経由の場合にはVPNルータを用いて運用されているが、VPNルータは高価で設定も難しいこともあり、安価にシステムを構築する上では障害になる。無料で使用できるソフトウェアでVPNを実現することで、この部分のコストをカットできる。WINシステムは、テレメータシステムとしての能力に不足はないが、表示には基本的にX-Windowを使用しており、現在では一部の研究者以外には敷居が高い。IT強震計試作機などでは、CGIとJavaアプレットを用いてWeb経由の表示を実現していた。Javaアプレットのサポートが打ちきられつつあるため、ここではJavaScriptを用いた波形表示(伊藤 2018)を用いてWeb経由の表示を実現している。従来のWeb表示はIT強震計試作機互換システム専用であったが、WINシステム汎用で使えるように改良を進めている。

試験運用しているシステムでは、中核となるサーバにさくらインターネットのVPSを使用している。グローバルIPアドレスの付いたバーチャルマシンを最安プランで685円/月で利用できる。VPNにはOpenVPNを使用している。このため、他の構成機器にはRaspberryPiを使用しているが、グローバルアドレス不要で、例えば既存の家庭内LANなどに接続して運用できるのでネットワークに関する追加費用は発生しないと考えて良い。地震計として、RaspberryPiにアナログデバイセズ社のMEMS加速度センサのADXL355を接続して使用することで、廉価(部品代15000円程度)にIT強震計試作機(約60万円)以上の機能を実現している(赤澤・伊藤 2019)。旧来のITKステーション(伊藤・鷹野 2010)にOpenVPNをインストールしたものも、このネットワークに接続されている。RaspberryPi上でもWINシステムを走らせているため、ここに既存のwin出力ロガーを接続してこのネットワーク参加することも可能である。

今後、規模を拡大しつつ試験運用を継続し、運用上の問題点の確認と対処を進める。そして、このネットワークを生かし、IT強震計の当初の目的に沿った自助・共助に役立つアプリケーションの研究・開発を行う。

キーワード：地震観測ネットワーク
Keywords: seismic network

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



・さくらVPSにはデータストレージを持たせない。OpenVPNサーバと、WINの中継サーバと、矢面に立つhttpサーバを担当。
・RPi-ITKはもちろん、ITKサーバもグローバルアドレスを持つ必要はない。固定IPである必要すらない。VPN内では、仮想のIPアドレスが固定で割り振られ、それを用いて相互通信する。
・データストレージはITKサーバに接続され、さくらVPSからはそれをNFSでマウントしている(暫定運用)。
・リアルタイム表示のためのデータは、さくらVPSで共有メモリから抽出して使用する。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

廉価な高密度強震観測ネットワークの実現に向けた試験観測
Experimental observation toward the realization of low-cost and high-density strong-motion observation network

*赤澤 隆士[1]、伊藤 貴盛[2]
*Takashi Akazawa[1], Takamori Ito[2]

1. 一般財団法人地域地盤環境研究所、2. 株式会社aLab
1. Geo-Research Institute, 2. aLab Inc.

阪神・淡路大震災を引き起こした1995年兵庫県南部地震を機に，強震観測の必要性が再認識され，それ以降日本では世界に類を見ない高密度な強震観測網が急速に整備された。例えば，防災科学技術研究所 (現在の国立研究開発法人防災科学技術研究所) は，全国約1,000カ所に約20 km間隔で強震計を設置し，K-NET (Kyoshin Net；全国強震観測網) として運用を開始した。一方，関西地域では，関西地震観測研究協議会が1995年兵庫県南部地震発生の前年から独自の強震観測網を展開しており，K-NETと合わせて高密度な強震観測網が整備されている。しかし，これだけの観測密度を以てしても，地震による地面の揺れを詳細に把握するには限界がある。この課題の解決策の一つとして，強震観測点の数をさらに増強するという方法があるが，そのためには多額の費用を確保する必要があり，それが強震観測点数の増強を妨げる要因の一つとなっている。

著者らは， IT強震計試作機相当の廉価なITKセンサを開発し，そのセンサをVPS (Virtual Private Server) とVPN (Virtual Private Network) を用いた廉価な地震計ネットワークの試験運用 (伊藤・他(2019)) の一環として利用する傍ら，既存の強震計と併設して強震計としての性能を評価するための試験観測を開始した。今回開発したITKセンサは，Raspberry Piにアナログデバイセズ社のMEMS加速度センサADXL355を接続することで，廉価 (部品代15,000円程度) にIT強震計試作機 (約60万円) 以上の機能を実現している。上述した試験運用中のネットワークは，このセンサを既設のLANにDHCPを利用して接続するだけで，観測データを予め用意したVPSに集約することが可能となっている (詳細は伊藤・他(2019)参照) 。一方，このセンサは，Raspberry Pi (今回はRaspberry Pi 3 Model B+) を観測データの収録に使用しており，16GBのUSBメモリを接続すれば，約8カ月分の観測データを収録することができる。時刻を較正する方法には，NTPサーバと同期する方法とGPSを利用する方法があり，後者を利用すれば，オフライン環境下でも，時刻を較正しつつ観測データを収録することが可能である。今後，試験観測を継続し，廉価な高密度強震観測ネットワークの実現に向けた検討を進めていく予定である。

キーワード：強震観測、強震計
Keywords: Strong-motion observation, Strong-motion seismometer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

津波地震の規模推定への利用を想定した気象庁広帯域地震計・速度型強震計の長周期帯域のノイズレベルの比較

Comparison of noise levels of the JMA and F-net broadband seismographs / strong motion velocity-type seismographs in long-period range for the purpose of magnitude estimation of tsunami earthquakes

*田中 昌之[1]、勝間田 明男[1]
*Masayuki Tanaka[1], Akio Katsumata[1]

1. 気象研究所
1. Meteorological Research Institute

津波地震（スロー地震）は, 同じ規模（地震モーメント）の通常の地震に比較して地震波の短周期成分の励起が低い現象である(Kanamori, 1972)．その結果，気象庁マグニチュードM_jや表面波マグニチュードM_sなどの周期数秒～20秒の地震波の振幅から直接決められるマグニチュードがモーメントマグニチュード(M_w)よりも小さくなる．1992年ニカラグア地震(M_s7.2, M_w7.6)は，M_wが8未満であるのに破壊継続時間が100秒を超えており，津波地震と考えられている(例えば, Satake *et al.*, 1993). このような地震は，発生メカニズム解析や地震の規模推定等において長周期の地震波に注目する必要があり，広帯域地震計による観測データはとても期待されている．国立研究開発法人防災科学技術研究所が運用する広帯域地震観測網（F-net）では，日本各地に広帯域地震計と速度型強震計を併設し，広帯域かつ広ダイナミックレンジの観測を可能としている．広帯域地震計は温度変化の影響を受けやすく，速度型強震計と一緒に奥行きのある横坑の最奥部に設置されている．先行研究では，国内で発生する津波地震に対して，F-netの速度型強震計を規模推定に活用できそうであることが分かった（例えば，田中・勝間田, 日本地震学会2017年度秋季大会, 田中・勝間田, JpGU Meeting 2018, 田中・勝間田, 日本地震学会2018年度秋季大会）．気象庁も全国に併設ではないが広帯域地震計と速度型強震計を設置している．しかしながら，一部を除き，横坑内の設置ではないなど観測環境はF-netほど整っていない．そこで，気象庁とF-netの速度型強震計等の観測された連続波形記録からバックグランドのノイズレベルを調べる．McNamara and Buland (2004)等を参考に，時間窓を1日とし，半日ずつシフトさせながらそれぞれの期間におけるパワースペクトル密度を計算する．その結果から気象庁の広帯域地震計や速度型強震計が津波地震に使えるかを検討する．図1に一例として，気象庁の根室豊里観測点と近隣のF-netの根室観測点における，2019年1月1日00時00分から1時間の上下動成分の速度型強震計記録を使って解析したパワースペクトル密度を示す．ほぼ同じノイズレベルであり，設置環境の違いによる影響は当観測点については認められない．

謝辞
国立研究開発法人防災科学技術研究所の広帯域地震観測網F-netの波形データを使用させて頂きました。

キーワード：広帯域地震計、速度型強震計、パワースペクトル密度、ノイズレベル
Keywords: Broadband Seismograph, Strong Motion Velocity-type Seismograph, Power Spectral Density, Noise Level

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

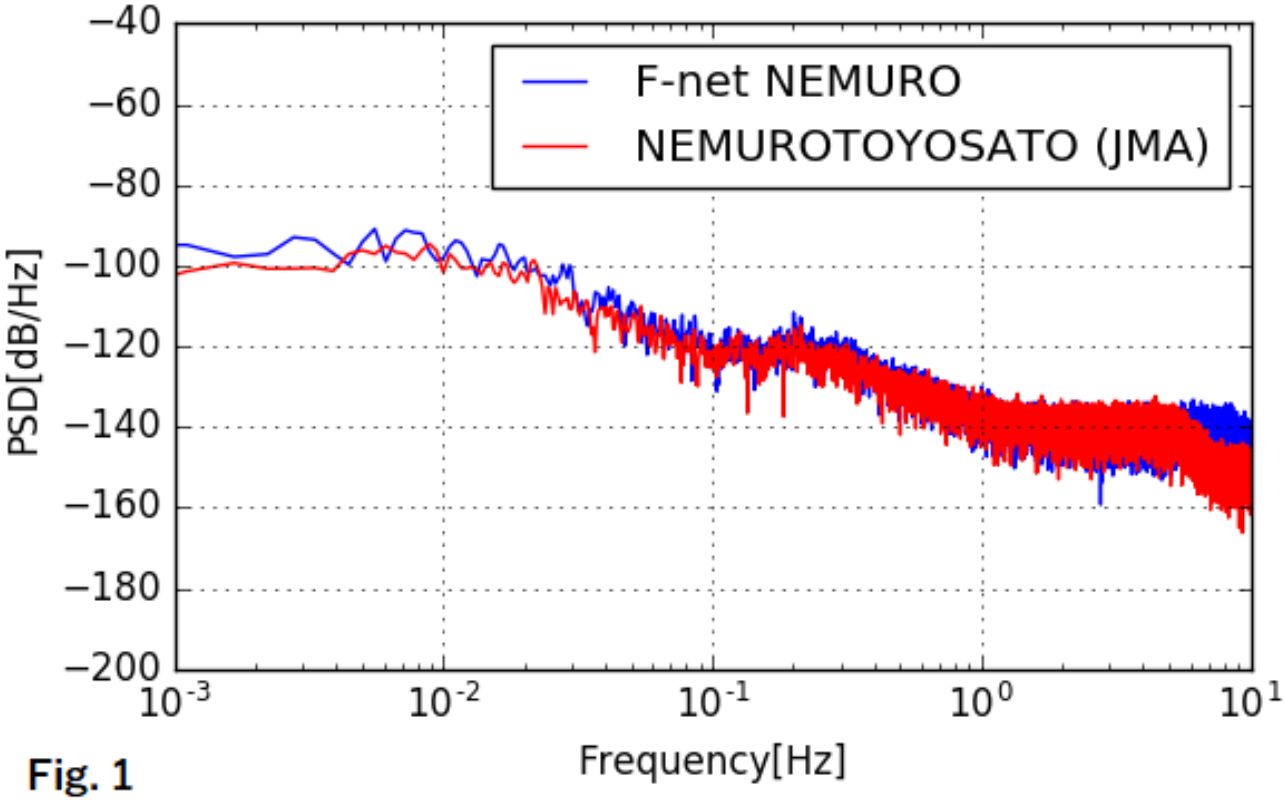


Fig. 1

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

エアガンの観測波形を用いたS-net観測点の海底表層地震波速度と設置方位の推定：大型鯨類鳴音の音源定位に向けて

Estimation of seismic wave velocity of seafloor surface and installation orientation at S-net station based on observed waveform of air gun: Toward sound source localization of large baleen whale

*岩瀬 良一[1]
*Ryoichi Iwase[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. National Research and Development Agency, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

北海道釧路・十勝沖、三陸沖、並びに房総沖では、海底ケーブル型観測システム搭載のハイドロフォンや地震計により、大型のヒゲクジラの一種であるナガスクジラの鳴音が検出されている(Iwase, 2015)。近年、東日本東岸の北海道から千葉沖に渡る広大な範囲に150もの観測点からなる海底ケーブル型観測システム「日本海溝海底地震津波観測網」(S-net)が防災科学技術研究所により設置され、観測波形のデータ公開も開始された。地震や津波の観測や早期検知にとってだけでなく、この観測システムの登場は、これまで局地的な数点での観測にとどまっていた鳴音検出を、広大な海域に拡大するものであり、これまで空白域となっていた西太平洋、特に日本近海におけるナガスクジラなどのヒゲクジラ類の回遊行動などの解明に資することが期待される。

一方、これらの行動解明のためには、単なる鳴音検出だけでなく、音源定位による個体の移動を把握することが望ましい。しかしながら、地震と違って鯨類鳴音は、通常、海底ケーブル型観測システムを構成する複数の観測点で検出されるほど音圧レベルが大きいものではなく、単一の観測点での波形記録のみから音源定位を行う必要がある。単一の三成分地震計による音源定位手法としては、パーティクル・モーションを用い、水中音波である鳴音の入射方位に加え、入射角を水平距離の推定に使用する方法がある。地震波形上に記録される鳴音は、水中を伝搬してきた水中音波そのものではなく、水中音波が海底面に入射して海底下に透過した地動であり、入射臨界角内では疎密波（P波）と変換された横波（SV波）の合成波となる。そのため、水中音波の海底面への入射角を推定するには、水中の音速に加え、海底表層堆積層の地震波速度、即ちP波及びS波速度も必要となる。Iwase(2016)では、東京大学地震研究所の「三陸沖光ケーブル式海底地震・津波観測システム」を対象として、発振位置（船位）が既知の音源であるエアガン信号の観測波形を用い、海底表層堆積層の地震波速度の現場推定を行っている。具体的には、パーティクル・モーションにより得られた透過波の見かけの出射角に関して、平面波の流体ー固体境界入射を仮定した際のZoeppritz方程式に基づく理論値との比較を行い、地震波速度を推定するものである。

S-netに関しては、一部の観測点の直近を海洋研究開発機構の海底広域研究船「かいめい」がエアガン発振を行いながら通過しており、web公開されている航跡データを用いることにより、同じ手法が適用可能である。

今回は、防災科学技術研究所並びに海洋研究開発機構による公開データを用いた海底表層地震波速度と設置方位の推定結果について報告する。

参考文献
R.Iwase, Jpn. Jour. App. Phys, 54, 07HG03, 2015.
R.Iwase, Jpn. Jour. App. Phys, 55, 07KG01, 2016.

キーワード：海底地震計、透過波、パーティクル・モーション
Keywords: Ocean bottom seismometer (OBS), transmitted wave, particle motion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Parametric time series –video sincronization tool

*Gerardo Manuel Mendo Pérez[1], Alejandra Arciniega Ceballos[1,2], Alejandro Rosado Fuentes[1]

1. Earth Science Graduate Program, National Autonomous University of Mexico, 2. Department of Volcanology, Institute of Geophysics, National Autonomus University of Mexico

In recent years, the development of experimental methodologies and techniques have facilitated the study of volcano-conduit dynamics through high-sensitive laboratory experiments; in which parametric time series and high-resolution videos have been analyzed separately. We present a computational tool that synchronizes parametric time series with high-resolution videos in cases where the experimental setup allows the physical phenomena to be filmed. The open-access program has been writen in Python using ObsPy (time series processing) and OpenCV3.0 (image processing) libraries and runs in different operating systems. It scales parametric time series and video frames in order to run both at same time and correlate characteristics of interest. In addition, the program can display multiple-parameter time series in one frame to study and interpret them together. We present some examples where elastic signals were sincronized with high-resolution videos in experiments that aim to understand elasto-dynamic behavior of conduits and the fluid-rock interaction. Our results display good correlation between the elastic characteristics shown in signals and the physical phenomena observed in the video. This program is an alternative tool for processing experimental data of parametric time series correlated with video frames. The program will be available under request to the main author's email.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 9:00 ~ 10:30 | コンベンションホールA 2F

[S-CG48] Science of slow earthquakes: Toward unified understandings of whole earthquake process

コンビーナ:井出 哲(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、廣瀬 仁(神戸大学都市安全研究センター)、氏家 恒太郎(筑波大学生命環境系)、波多野 恭弘(東京大学地震研究所)、座長:望月 公廣(東京大学地震研究所)、新井 隆太

Accumulating observational studies on various types of slow deformation events, such as tectonic tremors, very low frequency events, and slow slip events, portrays some universal characteristics in generally complex behavior, including interaction among events and influence by various outer loadings. Some of these phenomena seem to have causal relation with the occurrence of very large earthquakes. A unified understanding of these slow and fast earthquake processes requires an approach integrating geophysics, seismology, geodesy, geology, and non-equilibrium statistical physics. We welcome presentations based on, but not limited to, geophysical observation, data analysis, analytical theory, numerical simulation, field study, and laboratory experiments.

9:00 ~ 9:15

[SCG48-17] Three-dimensional seismic structure of the shallow plate boundary in the northern Hikurangi margin from NZ3D OBS data

*新井 隆太[1]、小平 秀一[1]、Kellett Richard[2]、Stucker Valerie[2]、Bassett Dan[2]、Henrys Stuart[2]、尾鼻 浩一郎[1]、Bangs Nathan[3]、Barker Dan[2]、Bell Rebecca[4]、望月 公廣[5]、藤江 剛[1]、三浦 誠一[1]、Fry Bill[2]、NZ3D team (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.GNS Science、3.University of Texas Institute for Geophysics、4.Imperial College London、5.東京大学地震研究所)

9:15 ~ 9:45

[SCG48-18] **Using earthquake focal mechanisms to investigate slow slip driving forces in the northern Hikurangi**

★Invited Papers

*Emily Warren-Smith[1]、Bill Fry[1]、Laura Wallace[1] (1.GNS Science)

9:45 ~ 10:00

[SCG48-19] 広帯域レシーバ関数が示す南海トラフ沈み込み帯スロー地震発生域の地震学的構造変化

*佐脇 泰典[1]、伊藤 喜宏[2]、太田 和晃[2]、澁谷 拓郎[2]、岩田 知孝[2] (1.京都大学大学院理学研究科、2.京都大学防災研究所)

10:00 ~ 10:15

[SCG48-20] Slip tendency maps for compressional and extensional stress states on a shallow decollement in Nankai Trough

*橋本 善孝[1]、佐藤 茂行[1]、グレゴリー ムーア[2]、木下 正高[3]、木村 学[4]、宮川 歩夢[5]、白石 和也[6]、山田 泰広[6] (1.高知大学、2.ハワイ大学、3.東京大学、4.東京海洋大学、5.産業技術総合研究所、6.海洋研究開発機構)

10:15 ~ 10:30

[SCG48-21] Permeability and its anisotropy on creeping Chihshang Fault, Taiwan

*Tyas Dwi Aprilniadi[1]、Wen-Jie Wu[1]、Li-Wei Kuo[1]、Jian-Cheng Lee[2]、Jia-Jyun Dong[3] (1.Department of Earth Sciences, National Central University、2.Institute of Earth Sciences, Academia Sinica、3.Graduate Institute of Applied Geology, National Central University)

Three-dimensional seismic structure of the shallow plate boundary in the northern Hikurangi margin from NZ3D OBS data

*新井 隆太[1]、小平 秀一[1]、Kellett Richard[2]、Stucker Valerie[2]、Bassett Dan[2]、Henrys Stuart[2]、尾鼻 浩一郎[1]、Bangs Nathan[3]、Barker Dan[2]、Bell Rebecca[4]、望月 公廣[5]、藤江 剛[1]、三浦 誠一[1]、Fry Bill[2]、NZ3D team
*Ryuta Arai[1], Shuichi Kodaira[1], Richard Kellett[2], Valerie Stucker[2], Dan Bassett[2], Stuart Henrys[2], Koichiro Obana[1], Nathan Bangs[3], Dan Barker[2], Rebecca Bell[4], Kimihiro Mochizuki[5], Gou Fujie[1], Seiichi Miura[1], Bill Fry[2], team NZ3D

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. GNS Science、3. University of Texas Institute for Geophysics、4. Imperial College London、5. 東京大学地震研究所
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. GNS Science, 3. University of Texas Institute for Geophysics, 4. Imperial College London, 5. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

Slow earthquakes occur around the seismogenic zones of the plate boundary faults and they have so far been largely studied on the deep portions of the plate interface based on land-based geophysical observations. On the other hand, recent marine studies reveal that shallow slow earthquakes at the up-dip portions of seismogenic zones are also common in subduction zones. These shallow slow earthquakes have been found to occur from near the trench to ~10 km depth of the plate interface and their genesis is thought to be closely linked to fluid pressures and effective stresses at the fault. However, primary controls on seismogenesis at these depths, such as fault structures and stratigraphic/hydrogeologic properties around the subduction megathrust faults, are highly complex in three dimensions and poorly understood.

In order to refine our understanding of structural characteristics regulating slow earthquakes occurring at shallow plate boundaries, we collected 3-D seismic refraction/wide-angle reflection data from offshore Gisborne at the northern Hikurangi subduction margin, New Zealand, as part of an international collaborative project, NZ3D. The dataset covers an area of 60 km x 14 km ranging from the northern Tuaheni landslide complex and the easterly forearc slope to the subduction trench and was recorded on 97 ocean bottom seismographs deployed with an average spacing of 2 km on 4 parallel lines with over 140,000 airgun sources. In the study area, shallow slow slip events and tectonic tremor have been well documented (Wallace et al., 2016; Todd et al., 2018). Previous 2-D seismic reflection studies also show that the subduction of large-scale seamounts facilitates the transport of fluid-rich sediments deep into the subduction zone and produces conditions of high fluid pressures along the plate interface and pathways for fluid migration into the overriding plate (Bell et al., 2010; Barker et al., 2018).

Using the very dense airgun-OBS data, we constructed a preliminary three-dimensional P-wave velocity structure model of the accretionary forearc and the plate boundary from first arrival tomography. The velocity images from over 250,000 first arrivals revealed a thick low-velocity (Vp < 5.0 km/s) volume along the plate interface down to a depth of at least ~10 km. This velocity structure may represent a thick subduction channel filled with fluid-rich sediments associated with seamount subduction.

キーワード：浅部プレート境界、ヒクランギ沈み込み帯、３次元地震波速度構造
Keywords: Shallow plate boundary, Hikurangi margin, 3-D seismic structure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Using earthquake focal mechanisms to investigate slow slip driving forces in the northern Hikurangi

*Emily Warren-Smith[1], Bill Fry[1], Laura Wallace[1]

1. GNS Science

Understanding the processes that drive slow slip events (SSEs) may assist in improving our understanding of the physics of both slow and fast earthquakes. Recent work has shown that the stress ratio, R, retrieved by focal mechanism inversion systematically decreases prior to SSEs in New Zealand's northern Hikurangi subduction zone, and subsequently increases during the evolution of each SSE. These R fluctuations are proposed to represent slow, precursory increases and fast concurrent decreases in fluid pressure within overpressured subducting oceanic crust during the SSE cycle.

These observations represent an exciting opportunity to improve forecasts of SSE occurrence via monitoring of R changes. Thus far, this cyclic behaviour has only been observed over a short time-period (9 months, 4 SSE cycles) when ocean-bottom seismographs were deployed.

Here we present the results of a waveform cross-correlation study that aims to extend the catalogue in time and reduce the magnitude of completeness for focal mechanisms of northern Hikurangi seismicity. This enables improved temporal coverage and statistical analysis of stress tensor changes across multiple SSE cycles. By using well constrained focal mechanisms of events recorded on >30 OBS and land stations as templates, we automatically assign correlation-derived relative polarities to waveforms and subsequently invert for focal mechanisms and R using many more earthquakes complete to a lower magnitude. This approach offers an important step towards accurate SSE forecasting and an improved understanding of the physical processes leading to slow rupture nucleation.

Keywords: slow slip, seismology, focal mechanisms, stress inversions, Hikurangi, fluid pressure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

広帯域レシーバ関数が示す南海トラフ沈み込み帯スロー地震発生域の地震学的構造変化

Seismological structural changes around source regions of slow earthquakes in Nankai subduction zone inferred from broadband receiver functions

*佐脇 泰典[1]、伊藤 喜宏[2]、太田 和晃[2]、澁谷 拓郎[2]、岩田 知孝[2]
*Yasunori Sawaki[1], Yoshihiro Ito[2], Kazuaki Ohta[2], Takuo Shibutani[2], Tomotaka Iwata[2]

1. 京都大学大学院理学研究科、2. 京都大学防災研究所
1. Graduate School of Science, Kyoto University , 2. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

Coupled phenomena of tremors accompanying short-term slow slip events and very low frequency earthquakes (Ito et al., 2007) have been detected at deeper parts of seismogenic regions on the Nankai Subduction Zone in southwestern Japan. Elucidating detailed seismological structures on plate interfaces hosting slow earthquakes is very important to understand mechanisms and relationships of slow earthquakes and megathrust earthquakes. Few studies, however, have proposed detailed velocity structure models and their spatio-temporal variations with high resolution receiver functions (RFs) on plate interfaces. In this study, we calculate broadband RFs around source regions with slow earthquake events in the Nankai Subduction Zone. We also investigate frequency dependency of RFs to constrain detailed physical features near the plate interface.

RF method is one of the best approaches to estimate the velocity structure beneath seismic stations by extracting P-to-S phases converted on velocity discontinuity from teleseismic waveforms. In southwestern Japan, Shiomi et al. (2008) confirmed the oceanic Moho discontinuity in the Philippine Sea Slab. In usual cases, high cut filter (e.g. 0.6Hz: Shiomi et al., 2008) is used when deconvoluting vertical component waveforms from horizontal ones in order to avoid instability on calculation. Akuhara et al. (2017) recently calculated high frequency RFs up to 4 Hz using ocean bottom seismometers equipped off the Kii peninsula, and confirmed the existence of a thin low velocity zone composed of a fluid-rich sediment layer along the Nankai trough megathrust fault. In this study, we calculate RFs applying the Extended-Time Multitaper method modified by Shibutani et al. (2008) and the frequency dependency of RFs is examined by taking different frequency ranges up to 0.5, 1, 2, 3 and 4 Hz.

We have used Hi-net and F-net seismograms provided by National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience in Japan. We confirm that spectra of teleseismic waveforms have sufficient SN ratios up to 3 or 4 Hz. Fig.1 shows an example of the RFs at NKTH located on the Kii peninsula. The RFs at most of the stations contain positive and negative phases around 3-4 s after P-wave arrival, which correspond to oceanic Moho discontinuity and the plate interface, respectively. The amplitude and the arrival time of these phases depend on backazimuth, suggesting that dependency on the incident angle of a ray to the subducting plate interface. In case of a downdip for the subducting slab, incoming P-waves have lower incident angles and generate smaller convert S-waves. On the contrary, an updip case, incoming P-waves have higher incident angles and generate larger convert S-waves.

At higher frequency RFs (Fig.1, right), the phases from the plate interface are generally sharper than those at lower frequency, whereas the phases corresponding to oceanic Moho seems to tend to be broader or split into several phases, suggesting that the oceanic Moho is not a simple velocity discontinuity but would consists of several layers. The split positive phase just after the negative phase from the plate interface may relate to the thin low velocity zone inferred from Akuhara et al. (2017).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：レシーバ関数、広帯域レシーバ関数、スロー地震、南海トラフ沈み込み帯
Keywords: Receiver function, Broadband receiver function, Slow earthquake, Nankai subduction zone

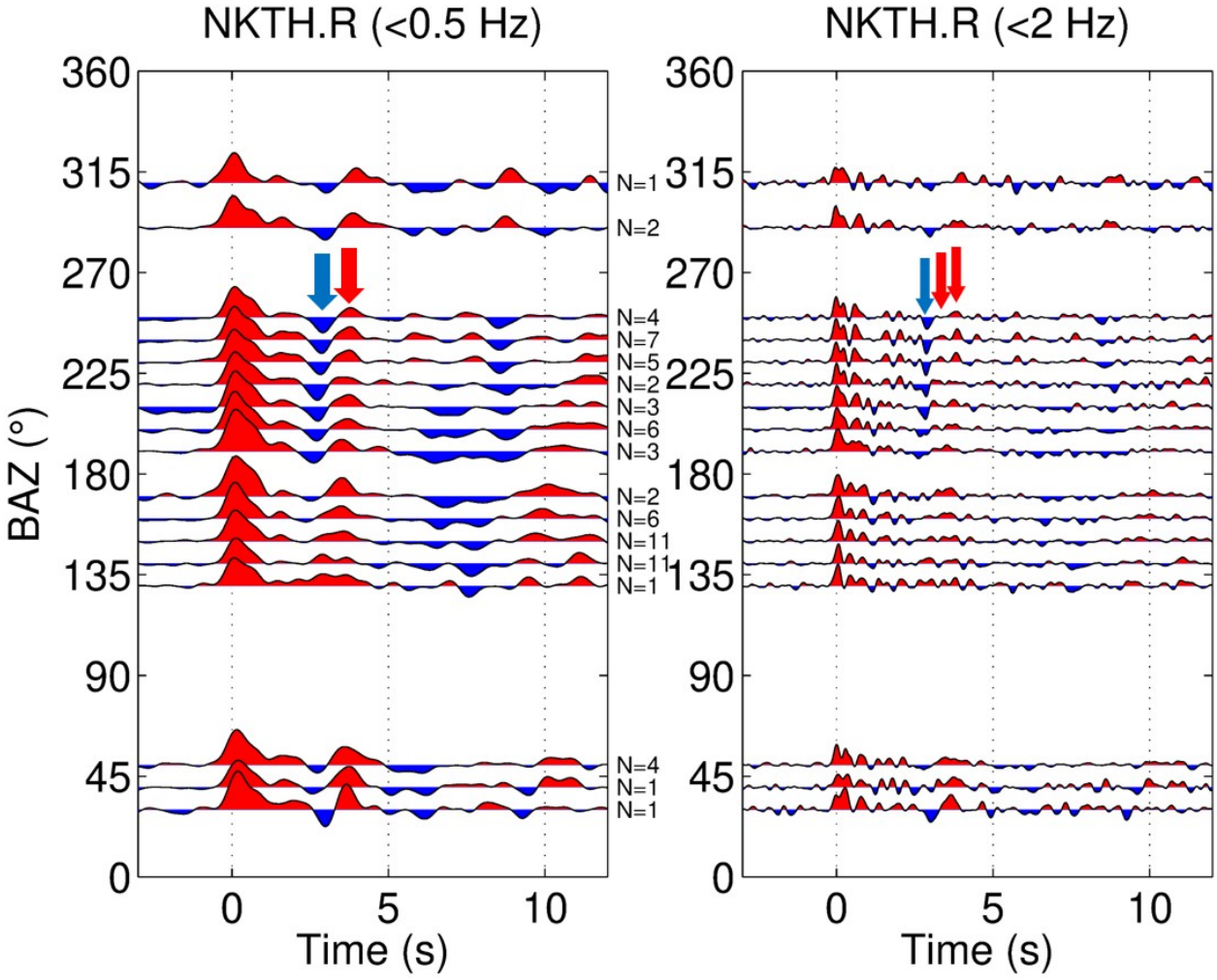


Fig. 1 Radial receiver functions (RFs) on NKTH with frequency ranges up to (left) 0.5 Hz and (right) 2 Hz. The vertical and horizontal axes denote delay time from P-wave arrival [s] and backazimuth [degree], respectively. Areas colored in red and blue show the positive and negative amplitudes, respectively. N is the number of RFs stacked every 10 degrees. Red and blue arrows indicate later phases from the oceanic Moho and the plate interface, respectively.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Slip tendency maps for compressional and extensional stress states on a shallow decollement in Nankai Trough

*橋本 善孝[1]、佐藤 茂行[1]、グレゴリー ムーア[2]、木下 正高[3]、木村 学[4]、宮川 歩夢[5]、白石 和也[6]、山田 泰広[6]
*Yoshitaka Hashimoto[1], Shigeyuki Sato[1], Gregory F Moore[2], Masataka Kinoshita[3], Gaku Kimura[4], Ayumu Miyakawa[5], Kazuya Shiraishi[6], Yasuhiro Yamada[6]

1. 高知大学、2. ハワイ大学、3. 東京大学、4. 東京海洋大学、5. 産業技術総合研究所、6. 海洋研究開発機構
1. Kochi University, 2. University of Hawaii, 3. University of Tokyo, 4. Tokyo University of Marine Science and Technology, 5. AIST, 6. JAMSTEC

Stress state along a subduction plate interface is one of important controls for wedge architectures, fault activations and seismogenic behaviors. In a shallow portion of a subduction plate interface, a large displacement along decollement could be expected for tsunamigenic events (Fujiwara et al., 2012) as well as slow earthquakes such as very low frequency earthquakes and slow slips have been observed (Araki et al., 2017, Nakano et al., 2018). Paleo-stress state has been estimated using micro-fault inversion method from exhumed accretionary complexes and oceanic accretionary wedges, which shows the stress state changes between compression and extension states with almost horizontal and vertical principal stress axes. The stress change could be related to seismic cycle.

In this study, we examined geographical features of a shallow decollement using 3D seismic profiles and mapped slip tendencies on the decollement with compressional and extensional stress state to discuss an effect of distribution of slip tendency on the fault slip behaviors. Slip tendency is a shear stress ratio to normal stress on a fault surface when a regional stress state is applied on a fault surface.

The target transect of the 3D seismic profiles is located at the Nankai Trough off Kii Peninsula, SW Japan where Philippine Sea Plate subducted into Eurasian Plate, and IODP NantroSEIZE project has been operated. The 3D seismic profiles had been reprocessed to make reflectors clear using an updated technology. We traced the shallow decollement to make geographic features (3D surface) by Petrel. We analyzed dip angle and dip azimuth for 50 m mesh of the surface. The characteristics of geographic features of the shallow decollement are 1) almost horizontal with dip angle ranging 5-15, 2) dip azimuth directing 300-350˚ (NW-NWN) in average. In addition, some narrow zones with dip azimuth directing 50-150˚ (SE-SES) are identified, which shows a relatively high frequency reliefs striking NE-SW direction. Some of these are related to the geography of oceanic basement.

Compressional and extensional stress states were applied on the surface to examine a change in slip tendency with change in stress state. We assumed that compressional one has (150, 0) sigma 1 and (90, 90) sigma 3 and others has (150, 0) sigma 3 and (90, 90) sigma 1. The 0.6 of friction coefficient was assumed as the maximum value. We calculated differential stresses for compressional and extensional stress states to make a plane with idealized attitude to applied stress state reactivated. This assumption implies that the estimated slip tendency is the maximum value.

Resulted slip tendency represents a strong relationship with geomorphic features. In compressional stress state, large slip tendency (0.4-0.5) distributes on the surface with dip azimuth directing 300-350˚ whereas small slip tendency (0.1-0.2) corresponds to the surface with dip azimuth directing 50-150˚. In extensional stress state, the similar distribution with that in compressional stress state is identified but the

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

difference between the dip azimuths is very small; slip tendency ranges 0.1-0.2. The differences between slip tendencies in compressional and extensional stress states is almost similar to that for compressional stress state because slip tendency for extensional stress state is almost 0.1-0.2.

If we take the difference in slip tendency as a kind of stress drop, relatively small stress drop are observed on the surface with dip azimuth directing 50-150˚, which is distributed in NE-SW zones. Nakano et al. (2018) found that VLFs in the region migrates toward NE, which is consistent with the directions of zones with stress drop is small. The area for VLFEs could be limited in these zones where the slip tendency is small both in compressional and extensional stress states, implying that the material with very low friction coefficient and/or high pore fluid pressure are expected to make a plane reactivated with small slip tendency.

キーワード：スリップテンデンシー、地震サイクル、南海トラフ、超低周波地震
Keywords: Slip tendency, seismic cycle, Nankai Trough, very low frequency earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Permeability and its anisotropy on creeping Chihshang Fault, Taiwan

*Tyas Dwi Aprilniadi[1], Wen-Jie Wu[1], Li-Wei Kuo[1], Jian-Cheng Lee[2], Jia-Jyun Dong[3]

1. Department of Earth Sciences, National Central University, 2. Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, 3. Graduate Institute of Applied Geology, National Central University

The Chihshang Fault in eastern Taiwan is a 20-km-long segment of the Longitudinal Valley Fault that a plate-suture boundary fault between the Eurasian continental margin and the Philippine Sea Plate has fastest shallow creep in the world and infrequently occurs earthquakes (Magnitude greater than 6). Here we performed permeability measurements on Lichi Mélange and conglomerate with an intra-vessel oil pressure apparatus (YOKO2) at room temperature at isotropic confining pressure, using helium as pore fluid. We made samples, with dip and normal direction of fault, from retrieved rock cores in WAN-2 borehole and attempted to build the permeability structure across creeping Chihshang Fault. Generally, intrinsic permeabilities of Lichi Mélange were lower than that of conglomerate and intrinsic permeabilities in dip direction were higher than that in normal direction. But the permeability differed in rock type and was associated with shear structures that fault zone architecture is not typical as simple mode suggested by Caine et al. (1996). The results show Lichi Mélange was a natural aquifuge blocking the fluid flow that may be responsible for fluid-rock interaction and seasonal fluctuation on creeping Chihshang Fault. The heterogeneous Lichi Mélange has complicated composition as other Mélange that the microstructural observation would be conducted for investigating the relationship between microstructures and permeability in creeping Chihshang Fault. Taking microstructures, permeability anisotropy and the fault zone architecture into consideration, we may depict the permeability structures of Chihshang Fault and further provide the information of matrix permeability for hydraulic properties in the field.

Keywords: creeping Chihshang Fault, Lichi Mélange, permeability anisotropy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | コンベンションホールA 2F

[S-CG48] Science of slow earthquakes: Toward unified understandings of whole earthquake process

コンビーナ:井出 哲(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、廣瀬 仁(神戸大学都市安全研究センター)、氏家 恒太郎(筑波大学生命環境系)、波多野 恭弘(東京大学地震研究所)、座長:氏家 恒太郎(筑波大学生命環境系)、ウォリス サイモン(Nagoya University)

Accumulating observational studies on various types of slow deformation events, such as tectonic tremors, very low frequency events, and slow slip events, portrays some universal characteristics in generally complex behavior, including interaction among events and influence by various outer loadings. Some of these phenomena seem to have causal relation with the occurrence of very large earthquakes. A unified understanding of these slow and fast earthquake processes requires an approach integrating geophysics, seismology, geodesy, geology, and non-equilibrium statistical physics. We welcome presentations based on, but not limited to, geophysical observation, data analysis, analytical theory, numerical simulation, field study, and laboratory experiments.

10:45 ~ 11:00

[SCG48-22] Short fluid infiltration events in the low permeable metamorphic rocks triggered by crustal fracturing at amphibolite–granulite facies conditions

*Diana Mindaleva[1]、Masaoki Uno[1]、Fumiko Higashino[1]、Atsushi Okamoto[1]、Noriyoshi Tsuchiya[1] (1.Graduate school of environmental studies, Tohoku University)

11:00 ~ 11:15

[SCG48-23] Generation of high fluid pressure at the base of the shallow mantle wedge—evidence from serpentinite of the Sanbagawa belt, SW Japan

*ウォリス サイモン[1]、纐纈 佑衣[2]、横田 麻莉[1,2] (1.東京大学、2.名古屋大学)

11:15 ~ 11:30

[SCG48-24] **Overpressured subduction plate boundary caused by infiltration of mantle-derived fluids: Evidence from helium isotope analysis on veins in subduction mélange**

*西山 直毅[1]、氏家 恒太郎[1]、角野 浩史[2] (1.筑波大学　生命環境系、2.東京大学)

11:30 ~ 11:45

[SCG48-25] **Geological and rheological conditions of subduction plate boundary between the seismogenic zone and the ETS zone in warm-slab environments**

*氏家 恒太郎[1]、野呂 和也[1]、重松 紀生[2]、Fagereng Ake[3]、西山 直毅[1]、Tulley Christopher[3]、増山 春菜[1]、森 康[4] (1.筑波大学生命環境系、2.産業技術総合研究所活断層・火山研究部門、3.カーディフ大学、4.北九州市立自然史・歴史博物館)

11:45 ~ 12:00

[SCG48-26] Temperature variation in tectonic mélanges of the Shimanto Belt, SW Japan

*Tsai-Wei Chen[1]、Donald M Fisher[1]、Andrew J Smye[1]、Yoshitaka Hashimoto[2] (1.Penn State Univ.、2.Kochi Univ.)

12:00 ~ 12:15

[SCG48-27] Frictional properties of opal gouge at low-temperature hydrothermal conditions and their implications for seismogenic faulting along subduction-zone megathrusts

*金川 久一[1]、中西 智哉[2]、桑名 盛人[3]、澤井 みち代[1]、廣瀬 丈洋[4] (1.千葉大学理学研究院、2.千葉大学大学院融合理工学府、3.千葉大学理学部、4.海洋研究開発機構高知コア研究所)

Short fluid infiltration events in the low permeable metamorphic rocks triggered by crustal fracturing at amphibolite–granulite facies conditions

*Diana Mindaleva[1], Masaoki Uno[1], Fumiko Higashino[1], Atsushi Okamoto[1], Noriyoshi Tsuchiya[1]

1. Graduate school of environmental studies, Tohoku University

Aqueous fluids flow could be responsible for changing hydrologic and thermodynamic properties of rocks. It is generally accepted that fluids play a key role in the generation of earthquakes, tremors, and slow slip events. For example, it was suggested that tremors are related to fluids released during dehydration processes in the subduction slab (e.g., Abers et al., 2009; Katsumata and Kamaya, 2003; Obara et al., 2004). Hydrous minerals in subducting slabs release H_2O due to dehydration reactions. Released water increases fluid pressure rapidly. However, fluid pressure gradients within the crust remain poorly constrained due to their heterogeneity. Therefore, it is important to constrain timescales of fluid infiltration to understand fluid pressure gradient, permeability, and tectonic evolution.

We have investigated fluid-rock reaction zones in mafic granulite and amphibolite samples from Mefjell, south-central part of the Sør Rondane Mountains (SRM), East Antarctica, and constrained pressure gradient and permeability. Mafic granulite and amphibolite samples are cut by numerous randomly-oriented veins. Samples are partially hydrated along veins associated with mm-scale hydration reactions zones. Reaction zones fingerprint relationship between fluid infiltration and rock response. We divide samples into several reaction zones increasing distance from the vein center by modal amount of minerals, reaction textures, and trace elements concentrations distributions profiles in apatite. The P-T conditions for the fluid infiltration in mafic granulite were estimated to be 0.65 GPa, 650˚C , and that for peak P-T conditions were 850˚C, 0.55-1.0 GPa. On the other hand, P-T conditions for the fluid infiltration in amphibolite were estimated to be around 500˚C.

Trace elements concentrations (Cl, Sr, and some REE) measured by EPMA and LA-ICP-MS in several apatite grains were gradually decreasing with distance from the vein. Cl distributions profiles were analyzed by a reactive-transport model to define transport mechanism by fitting to Peclet number (Pe#=vL/D, where v is pore velocity, L is length of reaction zone, D is self-diffusion coefficient) and time-scales of fluid infiltration. For mafic granulite Pe# is 0.025, for amphibolite is 90. Whereas diffusion transport is revealed to be dominant for mafic granulite, advection transport is likely for amphibolite. Duration of fluid infiltration was estimated to be 5.5 h for mafic granulite and 1-3 h for amphibolite, which is very short in geological timescales. This suggests rapid and intense fluid flux through the mantle wedge and onto overlying crust. Short timescales of fluid infiltration may reflect linkage to the seismic events.

To estimate permeability, the pressure gradient for the reaction zones was calculated from the water and other elements activities constrained by pseudosection analysis for different reaction zones. Bulk compositions at each reaction zone were used to create pseudosections. Permeability was calculated from the estimated pressure gradient and total flux $q=-\kappa(\partial P/\partial x)/\eta$, where q is total flux, k is permeability, η is viscosity, and $(\partial P/\partial x)$ is pressure gradient. Results suggest low and contrasting permeability between mafic granulite dominated by diffusion and amphibolite dominated by advection mass transport mechanisms. This difference may be explained by different P-T conditions for fluid infiltration and heterogeneity of the pressure gradients. Therefore, it suggest that fluid infiltration in low

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

permeable rocks caused fracturing and formed narrow reaction zones, which released fluid pressure in a short time. Above results of our study suggest importance of fluid transport phenomena in relation to the evolution of rocks hydrological properties.

Abers G. A. et al. Geology 37.12 (2009): 1119-1122.

Katsumata A., Kamaya N. Geophysical Research Letters 30.1 (2003): 20-1.

Obara K. et al. Geophysical Research Letters 31.23 (2004).

Keywords: Pressure gradient, Permeability, Water-rock interaction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Generation of high fluid pressure at the base of the shallow mantle wedge—evidence from serpentinite of the Sanbagawa belt, SW Japan

*ウォリス サイモン[1]、纐纈 佑衣[2]、横田 麻莉[1,2]
*Simon Richard Wallis[1], Yui Kouketsu[2], Mari Yokota[1,2]

1. 東京大学、2. 名古屋大学
1. University of Tokyo, 2. Nagoya University

Serpentinite units derived from the mantle wedge in the Sanbagawa subduction-type metamorphic belt record interaction between the shallow mantle-wedge and the flow of SiO2-bearing fluids at two different depths in the paleo subduction zone. The mineralogy and geochemistry of two units indicate there was a major increase in the fluid flow perpendicular to the subduction boundary with decreasing pressure. The rate of flow can be related to the presence or absence of a thick shear zone. Estimates of fluid flux from subducted slabs combined with experimentally determined permeability of serpentinite suggests that the presence of a zone of gently dipping strongly foliated serpentinite is a key component of developing high fluid pressures at depths of 30–50 km in subduction zones—a key requirement for the development of slow earthquakes. Most of the SiO2 in these subduction fluids will be absorbed in the serpentinite and is unlikely to be available for precipitation and formation of an impermeable cap at higher levels in the system.

キーワード：流体圧、深部スロー地震、蛇紋岩、三波川帯
Keywords: Fluid pressure, Deep slow earthquakes, Serpentinite, Sanbagawa belt

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Overpressured subduction plate boundary caused by infiltration of mantle-derived fluids: Evidence from helium isotope analysis on veins in subduction mélange

*西山 直毅[1]、氏家 恒太郎[1]、角野 浩史[2]
*Naoki Nishiyama[1], Kohtaro Ujiie[1], Hirochika Sumino[2]

1. 筑波大学　生命環境系、2. 東京大学
1. University of Tsukuba, 2. The University of Tokyo

Fluid overpressures have been invoked as one of the key factors controlling slow earthquakes in subduction zones. The generation of fluid overpressures has been thought to occur by in-situ processes such as compaction disequilibrium and mineral dehydration in sediment and oceanic crust. To determine the origin of fluid responsible for overpressured subduction plate boundary, we examined noble gas and microthermometric analyses on quartz-calcite veins in the subduction mélange deformed at ~10–15 km depth.
The analyzed veins are sigmoidal extension vein arrays and shear veins. The former represents Riedel shear zones formed during subduction under vertical σ_1. The latter records the numerous low-angle brittle thrusting at very small shear strength with recurrence time comparable to that of slow earthquakes, which could account for the generation of tectonic tremors [1]. Homogenization and ice melting temperatures of fluid inclusions indicate that the both types of veins recorded the fluids with salinity of 3–7 wt% and near-lithostatic fluid pressures at 10–15 km depth. The measured $^3He/^4He$ range 1.6–2.5 Ra (Ra is the $^3He/^4He$ of air) regardless of types of veins, indicating the presence of mantle helium. The ratios of non-radiogenic heavy noble gas isotopes (^{36}Ar, ^{84}Kr, and ^{130}Xe) are similar to those of seawater and serpentinite in slab mantle [2]. Because porosity in sediments already decreased to <1 % at depths of 4–5 km [3], seawater captured in the pores would be completely expelled from the subducting sediments before reaching to 10–15 km depth, and thus the serpentinized slab mantle is the likely origin of the ^{36}Ar, ^{84}Kr, and ^{130}Xe. The measured $^3He/^4He$, non-radiogenic heavy noble gas ratios, and salinity are consistent with those of slab-derived fluids observed in mantle wedge peridotites from subduction zones [4, 5], suggesting that fluids released from subducted serpentinite to the mantle wedge migrate toward shallow depths along subduction boundary. From a mixing calculation using ^{36}Ar, ^{84}Kr, and ^{130}Xe data, more than 64% of vein-forming fluids were originated from the subducted serpentinite. Therefore, the migration of mantle-derived fluids has a potential to induce brittle failures in plate boundaries via increasing fluid pressures.

[1] Ujiie *et al.* (2018) *Geophys. Res. Lett.* **45**, 5371–5379. [2] Kendrick *et al.* (2013) *Earth Planet. Sci. Lett.* **365**, 86–96. [3] Kato *et al.* (2004) *Geophys. Res. Lett.* **31**, L06602. [4] Sumino *et al.* (2010) *Earth Planet. Sci. Lett.* **294**, 163–172. [5] Kobayashi *et al.* (2017) *Earth Planet. Sci. Lett.* **457**, 106–116.

キーワード：過剰間隙圧、マントル由来流体、ヘリウム同位体、鉱物脈
Keywords: Fluid overpressure, Mantle-derived fluids, Helium isotopes, Crack-seal vein

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geological and rheological conditions of subduction plate boundary between the seismogenic zone and the ETS zone in warm-slab environments

*氏家 恒太郎[1]、野呂 和也[1]、重松 紀生[2]、Fagereng Ake[3]、西山 直毅[1]、Tulley Christopher[3]、増山 春菜[1]、森 康[4]
*Kohtaro Ujiie[1], Kazuya Noro[1], Norio Shigematsu[2], Ake Fagereng[3], Naoki Nishiyama[1], Christopher Tulley[3], Haruna MASUYAMA[1], Yasushi Mori[4]

1. 筑波大学生命環境系、2. 産業技術総合研究所活断層・火山研究部門、3. カーディフ大学、4. 北九州市立自然史・歴史博物館
1. Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, 2. Research Institute of Earthquake and Volcano Geology, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Japan, 3. Cardiff University, 4. Kitakyushu Museum of Natural History and Human History

In subduction zones particularly under warm-slab environments, the transition zone between the locked seismogenic zone and the deeper, stably sliding zone is the site of slow earthquakes such as episodic tremor and slip (ETS) and long-term slow slip events (L-SSEs). Exhumed subduction mélanges on Kyushu Island, Japan, were deformed at depths of ~15–30 km and temperatures of ~370–500 ˚C under warm-slab environments and thus provide an invaluable opportunity to examine geological and rheological conditions that may responsible for slow earthquakes. The mélanges record low-angle thrust sense, viscous shear associated with metasomatic reactions. The metasomatism is caused by the infiltration of sodium-bearing fluid between pelitic schist and mafic to ultramafic rocks, resulting in albitization of pelitic schist. Microstructural observations and electron backscatter diffraction analysis show that viscous shear was accommodated by dislocation creep, mechanical rotation, and possible diffusion creep, resulting in dynamic recrystallization of quartz, strong shape and crystal preferred orientations of actinolite and chlorite, and random orientation of albite, respectively. Strain rate of viscous shear zones, estimated from the recrystallized grain size piezometer and flow law for quartz, increases with depth from ~$10^{-13}s^{-1}$to ~$10^{-10}s^{-1}$. The upper value of strain rate is consistent with the strain rate of L-SSEs in subduction zones, when the thickness of viscous shear zone is orders of 10–100 m, compatible with our field observation. Lattice-preferred orientation patterns of quartz c-axes also changes with depth from Type I crossed girdle to c-axis maximum subparallel to shear direction, showing a shear sense consistent with low-angle thrust faulting. Albitized pelitic schist formed by metasomatic reactions and associated viscous shear zones are absent in the mélange deformed at temperatures less than ~330 ˚C. In total, viscous shear associated with metasomatic reactions may account for strain rate, kinematics, and lower limit temperature of L-SSEs zone.

キーワード：テクトニックメランジュ、交代変成作用、粘性剪断
Keywords: subduction mélange, metasomatism, viscous shear

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Temperature variation in tectonic mélanges of the Shimanto Belt, SW Japan

*Tsai-Wei Chen[1], Donald M Fisher[1], Andrew J Smye[1], Yoshitaka Hashimoto[2]

1. Penn State Univ., 2. Kochi Univ.

Silica redistribution along plate interfaces is a fault zone aging process likely to affect the slip behavior of subduction interfaces. Numerical modeling for slip according to the rate law based on silica kinetics reproduces the characteristics of real-world subduction zones, such as an updip limit to the seismogenic zone, earthquake clustering, and a power-law size distribution of earthquake magnitudes. In the field, the structure of subduction fault zones is typically marked by veined sandstone blocks within mudstones with scaly fabric, with mudstones providing a local source of silica and other elements that precipitate as minerals veins, which act as a sink for mobile elements. The silica kinetics related to diffusion from shearing mudstones to cracking sandstone blocks in mélange provides a temperature dependent mechanism for fault zone aging whereby the contact area across the fault zone increases in the time between slip instabilities. In the Shimanto belt of Japan, scaly fabric and vein microstructures show textural variability as a function of temperature. There is a gradient in the age of paleosubducting oceanic crust from north to south within the inner Shimanto belt, from the Yokonami mélange, with a thick pelagic chert section and older basalt and younger mélanges in the south (Okitsu, Hyuga, and Mugi) with little or no chert section, suggesting younger subducting crust. Thus, the mélanges of the Shimanto belt were accreted at different temperatures and depths along the interface, and there also may have been differences in the subduction geotherm. We suggest that these variations in temperature are likely to lead to different silica kinetics and rates of mineral redistribution, recorded in microstructural variations that may reflect different frictional properties along the plate interface. The slip behavior of the plate interface depends on temperature as evidenced by down dip variations in slip mode and differences in earthquake size distributions for subduction zones with different age crust. We therefore have undertaken a study of oxygen isotope thermometry using coexisting mineral pairs of quartz-albite-calcite observed in the tectonic mélanges from the Shimanto belt at a variety of estimated temperatures. This data provides an independent method for evaluating the temperature during mineral redistribution that can be compared with current estimates based on vitrinite reflectance and fluid inclusion analyses.

Keywords: Subduction zone processes, Shimanto Belt , Silica redistribution, Oxygen isotope thermometry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Frictional properties of opal gouge at low-temperature hydrothermal conditions and their implications for seismogenic faulting along subduction-zone megathrusts

*金川 久一[1]、中西 智哉[2]、桑名 盛人[3]、澤井 みち代[1]、廣瀬 丈洋[4]
*Kyuichi Kanagawa[1], Tomoya Nakanishi[2], Morito Kuwana[3], Michiyo Sawai[1], Takehiro Hirose[4]

1. 千葉大学理学研究院、2. 千葉大学大学院融合理工学府、3. 千葉大学理学部、4. 海洋研究開発機構高知コア研究所
1. School of Science, Chiba University, 2. Graduate School of Science and Engineering, Chiba University, 3. Faculty of Science, Chiba University, 4. Kochi Institute for Core Sample Research, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

We conducted a series of triaxial friction experiments on opal gouge at low-temperature (≦200˚C) hydrothermal conditions, in order to address the change in frictional stability along subduction-zone megathrusts. The results revealed frictional properties of opal gouge dependent on temperature (*T*), displacement (*V*) or pore water presure (P_p), as described below.

When fitted by the rate- and state-friction constitutive law, friction parameter *a* does not change much with *T*, *V* or P_p, while friction parameter *b* increases, and resultantly (*a* −*b*) value decreases with increasing *T*, decreasing *V* or increasing P_p. Microstructural observations revealed that densification and coalescence of gouge particles occurred at higher *T*, suggesting the operation of pressure solution. Thus increasing activity of thermally activated pressure solution with increasing *T*, decreasing *V* or increasing P_p promotes gouge lithification to increase frictional strength, by which (*a* −*b*) value decreases to <0, and thereby the transition from aseismic faulting to seismic faulting along subduction-zone megathrusts. Our results also imply that increasing P_p at that transition region where (*a* −*b*) ≈0 would decrease (*a* −*b*) value to <0, and hence promote slow seismic faulting with small negative (*a* −*b*) values, which is consistent with high V_P/V_S ratios observed in the regions of slow earthquakes.

キーワード：摩擦特性、オパールガウジ、低温熱水条件
Keywords: frictional properties, opal gouge, low-temperature hydrothermal conditions

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 13:45 ~ 15:15 | コンベンションホールA 2F

[S-CG48] Science of slow earthquakes: Toward unified understandings of whole earthquake process

コンビーナ:井出 哲(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、廣瀬 仁(神戸大学都市安全研究センター)、氏家 恒太郎(筑波大学生命環境系)、波多野 恭弘(東京大学地震研究所)、座長:波多野 恭弘、鈴木 岳人

Accumulating observational studies on various types of slow deformation events, such as tectonic tremors, very low frequency events, and slow slip events, portrays some universal characteristics in generally complex behavior, including interaction among events and influence by various outer loadings. Some of these phenomena seem to have causal relation with the occurrence of very large earthquakes. A unified understanding of these slow and fast earthquake processes requires an approach integrating geophysics, seismology, geodesy, geology, and non-equilibrium statistical physics. We welcome presentations based on, but not limited to, geophysical observation, data analysis, analytical theory, numerical simulation, field study, and laboratory experiments.

13:45 ~ 14:00

[SCG48-28] **Rate and State Dependent Friction Law and Static Friction Force**

*松川 宏[1] (1.青山学院大学)

14:00 ~ 14:30

[SCG48-29] **Stable sliding, slow and silent slip events and laboratory earthquakes across the brittle ductile transition**

★Invited Papers

*Alexandre Schubnel[1]、Aubry Jérôme[1]、François Passelègue[2] (1.Laboratoire de Géologie, ENS, PARIS, France、2.EPFL, Switzerland)

14:30 ~ 14:45

[SCG48-30] Dramatic velocity weakening of dry quartz friction at relatively slow slip velocities

*堤 昭人[1]、飯田 大貴[2]、 尾上 裕子[1] (1.京都大学大学院理学研究科、2.地熱エンジニアリング（株）)

14:45 ~ 15:00

[SCG48-31] ゲルの摩擦実験における微動とゆっくりすべりを伴う破壊核形成過程

*山口 哲生[1] (1.九州大学)

15:00 ~ 15:15

[SCG48-32] 多孔質媒質中の乱流におけるk-εモデルの解軌道

*鈴木 岳人[1] (1.青山学院大学理工学部物理・数理学科)

Rate and State Dependent Friction Law and Static Friction Force

*松川 宏[1]
*Hiroshi Matsukawa [1]

1. 青山学院大学
1. Aoyama Gakuin University

It is well known that the Rate and State Dependent Friction Law (RSF) plays an important role in the study of earthquake including slow-earthquake [1, 2]. RSF was introduced by Dietrich [3] and Ruina [4] based on the laboratory experiments and describes the sliding velocity and state-variable dependences of the friction coefficient. The dependences are analyzed by the thermal activation process of the deformation and detachment of actual contact points [5-7]. The thermal activation of the deformation of actual contact points, which is called the indirect process, cause the increase of the actual contact area and then the friction force with increasing contact time of actual contact point, which is inversely proportional to the sliding velocity. The thermal activation of the detachment of actual contact points, which is called the direct process, cause the increase of the friction force with increasing sliding velocity. Such analysis discuss the change of friction coefficient depending on the sliding velocity and state-variable. Here we extend the analysis and discuss the absolute value of the friction coefficient. In the case that the direct process overwhelm the indirect process, the friction coefficient can vanish in the limit of vanishing sliding velocity, that means the vanishing static friction force. The vanishing static friction force results from the thermal activation of the detachment of the actual contact points. The velocity dependence of the friction coefficient in the low velocity regime is investigated. It is also shown that even in the case that the indirect process overwhelm the direct process in the usual velocity regime, the direct process overwhelm the indirect process in the law velocity limit. In this case the steady state friction coefficient once increase from zero in the low velocity regime, shows a peak and then decreases with increasing sliding velocity. The relations with the laboratory experiment [8] and slow earthquake are discussed.

References

1, Scholz, C., “*Earthquakes and friction laws*”, Nature **391**, 37 (1998).

2, Saito, T., Ujiie, K., Tsutsumi, A., & Kameda, J., “*Geological and frictional aspects of very-low-frequency earthquakes in an accretionary prism*”, Geophysical Research Letters **40**, 703 (2013).

3, Dieterich, J., “*Modeling of rock friction 1. Experimental results and constitutive equations*” and “*Modeling of rock friction 2. Simulation of preseismic slip”*, Journal of Geophysical Research **80,** 2161 and 2169 (1979).

4, Ruina, A. , “*Slip instability and state variable friction law*”, Journal of Geophysical Research: Solid Earth **88,** 10359 (1983).

5, Heslot, F., Baumberger, T., Perrin, B., Caroli, B., & Caroli, C. *“Creep, stick-slip, and dry-friction dynamics: Experiments and a heuristic model”*, Physical Review E **49**, 4973 (1994).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

6, Hatano T., “*Rate and state friction law as derived from atomistic processes at Asperities*”, arXiv:1512.05078v1 (2015).

7. Aharonv, E., & Scholz, C.H., “*A physics based rock friction constitutive law: Steady state friction*”, Journal of Geophysical Research: Solid Earth **123**, 1591 (2018).

8. Yamaguchi, T., private communication.

キーワード：速度状態依存摩擦則、静摩擦力
Keywords: Rate and State Dependent Friction Law, Static Friction Force

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Stable sliding, slow and silent slip events and laboratory earthquakes across the brittle ductile transition

*Alexandre Schubnel[1], Aubry Jérôme[1], François Passelègue[2]

1. Laboratoire de Géologie, ENS, PARIS, France, 2. EPFL, Switzerland

The transition from brittle to plastic deformation corresponds to the regime where brittle fracturing and plastic flow co-exist. This transition is of fundamental importance to understand how natural faults behave differently at the bottom of the seismogenic zone, at PT conditions where the deformation regime is not fully brittle anymore.

Here, we reproduced the complete spectrum of natural faulting at laboratory scale, from stable slip to slow earthquakes and up to fast instabilities, on samples of dolostones and carbonates. Transitions from creep to slow ruptures and from slow to fast ruptures, are obtained by increasing both pressure and temperature up to conditions encountered at 3 km depth (i.e. 100 MPa confining pressure and 100 ˚C), which corresponds to the onset of seismicity in nature. Increasing confining pressure and temperature augments the fault elastic stiffness, which decreases the nucleation length and enhances the slip velocities during the nucleation to values allowing flash weakening and decarbonation processes.

From our experimental results, we conclude that: (i) laboratory earthquakes may nucleate on inherited fault interfaces at brittle-ductile transition conditions; (ii) in this regime where plastic deformation of the bulk and dynamic fault slip may co-exist, laboratory earthquakes are promoted when the interface is smooth, or when the loading rate is slow; (iii) stable sliding tends to produce mirror-like surface, while stick-slips is associated with matte surfaces, on which the size of the asperities grows with increasing confining pressure, (iv) slower loading rates and higher confining pressures promote the occurrence of laboratory earthquakes associated with increasing plastic deformation, while increasing initial roughness promotes stable sliding and slow stick-slip.

Keywords: slow and silent earthquakes, stick slip, brittle ductile transition

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Dramatic velocity weakening of dry quartz friction at relatively slow slip velocities

*堤 昭人[1]、飯田 大貴[2]、 尾上 裕子[1]
*Akito Tsutsumi[1], Hirotaka Iida[2], Yuko Onoe[1]

1. 京都大学大学院理学研究科、2. 地熱エンジニアリング（株）
1. Graduate School of Science, Kyoto University, 2. Geothermal Engineering. Co. Ltd.

Understanding the frictional properties of subduction-zone fault materials is crucial to understanding subduction-zone seismogenesis. Previous experimental studies have demonstrated that fault weakening in siliceous rocks occurred at relatively low slip velocities ($V > 0.01$ mm/s) [Goldsby and Tullis, 2002; Di Toro et al., 2004; Hayashi and Tsutsumi, 2010], under which conditions transformation reactions are unable to proceed because of low temperatures. Formation of a silica gel layer has been suggested as a possible cause of the weakening behavior [Goldsby and Tullis, 2002]. However, there exists only limited information on the frictionally generated material and little is known about the weakening mechanism. To study the effect of moisture on the fault zone process in siliceous material, we have performed friction experiments on a synthetic quartz sample under two different humidity conditions: in room humidity (relative humidity RH = 20 to 75%) and in dry (RH < 3%) conditions. to

Three types of friction experiments were performed using a rotary-type testing machine on a pair of hollow-cylindrical specimens of quartz with outer and inner diameter of 25 and 5 mm, respectively, at a constant normal stress of 1.5 MPa. Constant velocity tests and velocity stepping tests were conducted under a range of slip velocities from 0.005 to 105 mm/s. In slide-hold-slide (SHS) tests, samples were first slid at $v = 105$ mm/s, by which sliding friction coefficient f decreases to attain a steady-state value of about $f = 0.2$. Then, rotation of the sample was stopped for periods of 1 to 10000s, after which rotation of the sample at the same rate was restarted.

In room humidity conditions, steady state friction shows velocity weakening at $v > 0.01$ mm/s, which is consistent to the previous studies. We find that steady-state friction values measured at the dry condition are almost constant at $f = 0.2$ for slip velocities v from 0.1 to 100 mm/s. SHS tests show that time-dependent frictional healing is observed for hold time duration $t > 10$s in room humidity condition. On the contrary, the time-dependent frictional healing is negligible when tested in the dry condition.

Our results imply that the moisture-absorption strengthening, which has been proposed to be an effective mechanism for time-dependent healing of high-velocity friction of gabbro (Mizoguchi et al. 2006) is an important underlying mechanism of the frictional weakening of quartz rocks observed in ambient humidity conditions.

キーワード：高速摩擦、速度弱化、ゲル潤滑
Keywords: high-velicity friction, velocity weakening, gel lubrication

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ゲルの摩擦実験における微動とゆっくりすべりを伴う破壊核形成過程
Rupture nucleation processes accompanying tremor and slow slip in gel friction experiments

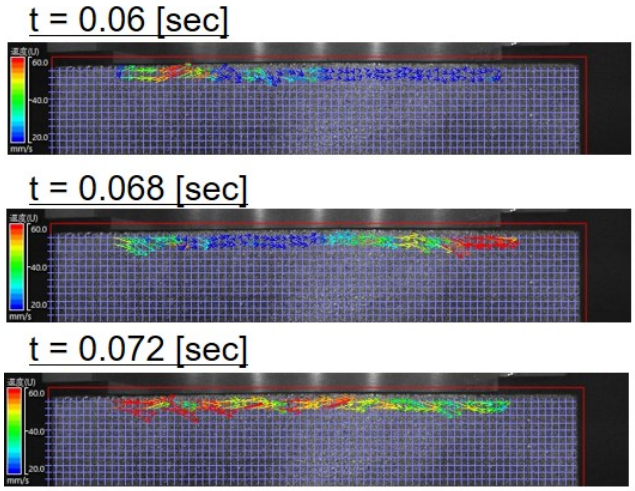
*山口 哲生[1]
*Tetsuo Yamaguchi[1]

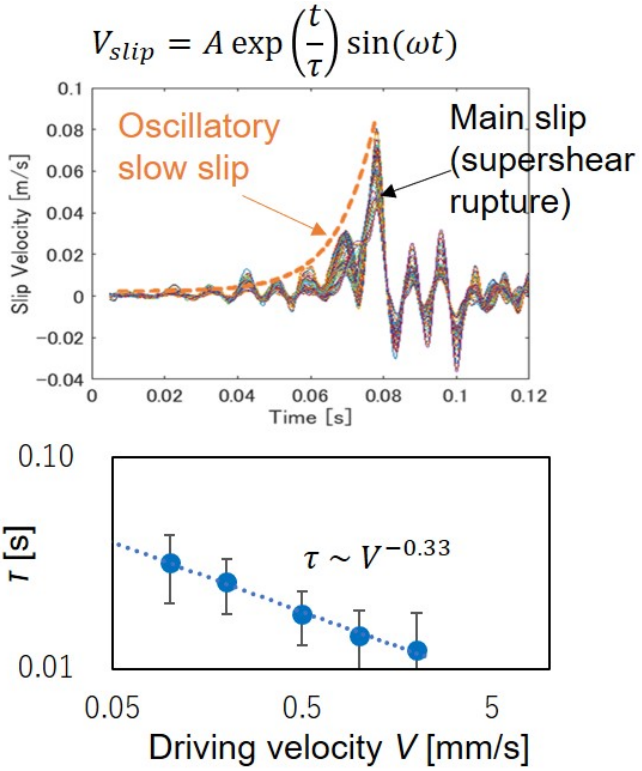
1. 九州大学
1. Graduate school of Engineering, Kyushu University

我々はこれまで，ゲルと呼ばれるやわらかい弾性体を用いた摩擦実験を通して，速いすべりとゆっくりすべりの共存，GR則，サイズ-持続時間スケーリング，スーパーシアー破壊など，実際の地震現象との類似性を見出してきた．

本研究では，破壊核形成過程の詳細な観察を行ったところ，ゆっくりすべりと微動が同期して発生していることが分かった．また，駆動速度をさまざまに変えて摩擦実験を行った結果，ゆっくりすべりの継続時間が駆動速度の-0.33乗に比例していることが分かった．本研究で用いたゲルは，低すべり速度で速度強化，高すべり速度で速度弱化を示す非単調な摩擦構成関係に従うが，このべき的な振る舞いは，摩擦力が極大となる臨界速度とは無関係に決まることを示唆している．数値計算との比較によって，摩擦構成関係と巨視的なすべり挙動との関連を明らかにするとともに，プレート境界での実現可能性についても議論したい．

キーワード：ゆっくりすべり、微動、アナログ実験、ゲル
Keywords: Slow slip, Tremor, Analogue experiment, Gel





©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

多孔質媒質中の乱流におけるk-ε モデルの解軌道
Solution Orbit for k and epsilon Model for Turbulent Flow in Porous Media

*鈴木 岳人[1]
*Takehito Suzuki[1]

1. 青山学院大学理工学部物理・数理学科
1. Department of Physics and Mathematics, Aoyama Gakuin University

断層岩のような多孔質媒質中における乱流は動的地震破壊過程に影響を与え、多くの研究者の関心を集めてきた。それを取り扱うモデルの中で、k-ε モデルというものが幅広く用いられてきた。ここでkは乱流エネルギーであり、 ε はkの単位時間当たりの散逸率である。しかしながら、それらの初期値が最終状態に与える影響についての解析的取り扱いはなされていない。

１次元で均質な多孔質媒質を考え、等方的な乱れを考える。また流体の密度 ρ と空隙率 φ も一定であるとし、 φ kと φ ε の統計平均を以下ではk及び ε と書く。これらの仮定から、epsilon=c_k u_D k /\sqrt{*K*}で与えられるk-ε 相空間上の直線がkと ε の共通のヌルクラインになることに注意する。ここでc_kは正定数、u_Dは平均ダルシー速度、*K*は透水係数である。このヌルクラインはSuzuki (2017)に見られるように線状のアトラクタかリペラーになる。なお、直線epsilon=0（k軸）も ε に対するヌルクラインになる。

解軌道の解析的表現はepsilon=$epsilon_0$ (k/k_0)^C_2と得られる。ここでC_2は定数でおよそ1.9である。この結果を用いて、先の共通のヌルクラインepsilon=c_k u_D k/\sqrt{*K*}は解軌道のアトラクタであることが以下のように示される。まず領域Iというものを相空間上で0< epsilon < c_k u_D k/\sqrt{*K*}を満たす領域と定義する。同様に領域IIをepsilon > c_k u_D k/\sqrt{*K*}>0を満たす領域とする。また点(k_0, $epsilon_0$)を通る解軌道がヌルラインと交わる点を点 (k_f, $epsilon_f$)と定義する。ここでk_0, $epsilon_0$はそれぞれkと ε の初期値である。これらの定義から、もし(k_0, $epsilon_0$)が領域Iにあればk_0f及び$epsilon_0$fが成り立つことが分かる。なぜならヌルライン上では ε がkに比例するのに対して、解軌道上では ε がk^C_2に比例しかつC_2 >1だからである。同様に、もし(k_0, $epsilon_0$)が領域IIにあればk_0>k_f及び$epsilon_0$>$epsilon_f$ を得る。次に、領域I（II）ではkとepsilonが時間と共に増加（減少）することに注意する。これは\partial k/\partial tと\partial epsilon/\partial tが正（負）だからである。従って、もし(k_0, $epsilon_0$)が領域I（II）にあるならば、解軌道は右上（左下）方向に動き、時刻無限大でヌルラインに吸収される。すなわちヌルラインは（リペラーではなく）線状のアトラクタであることが分かる。定常状態は(k, epsilon)=(k_f, $epsilon_f$)である。

流体のみの系に見られる通常の乱流においては、kと ε は時刻無限大で消滅するが、上述の取り扱いはその場合にも有効である。通常の乱流は*K*が無限大の極限で記述されることに注意する。このとき共通のヌルクラインはk軸になり、領域Iが消滅する。ゆえに全ての解軌道が原点に吸収される。有限の*K*により、多孔質媒質中では定常状態においても乱流が存在できるのである。

キーワード：多孔質媒質、k-epsilonモデル、解軌道
Keywords: porous media, k-epsilon model, solution orbit

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | コンベンションホールA 2F

[S-CG48] Science of slow earthquakes: Toward unified understandings of whole earthquake process

コンビーナ:井出 哲(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、廣瀬 仁(神戸大学都市安全研究センター)、氏家 恒太郎(筑波大学生命環境系)、波多野 恭弘(東京大学地震研究所)、座長:麻生 尚文、波多野 恭弘

Accumulating observational studies on various types of slow deformation events, such as tectonic tremors, very low frequency events, and slow slip events, portrays some universal characteristics in generally complex behavior, including interaction among events and influence by various outer loadings. Some of these phenomena seem to have causal relation with the occurrence of very large earthquakes. A unified understanding of these slow and fast earthquake processes requires an approach integrating geophysics, seismology, geodesy, geology, and non-equilibrium statistical physics. We welcome presentations based on, but not limited to, geophysical observation, data analysis, analytical theory, numerical simulation, field study, and laboratory experiments.

15:30 ~ 16:00

[SCG48-33] **Modelling precursory seismicity in the laboratory using a roughness derived rate and state friction model**

★Invited Papers

*Paul A Selvadurai[1]、Percy Galvez[2]、Stefan Wiemer[1]、P. Martin Mai[2] (1.Swiss Seismological service, ETH Zurich, Switzerland、2.King Abdullah University of Science and Technology, Thuwal, Saudi Arabia)

16:00 ~ 16:15

[SCG48-34] Exponential dependence on perturbation stress of earthquake nucleation

*齋藤 拓也[1]、波多野 恭弘[1] (1.東京大学)

16:15 ~ 16:30

[SCG48-35] Stochastic modeling of slow earthquakes comparable to observations

*麻生 尚文[1]、安藤 亮輔[2]、井出 哲[2] (1.東京工業大学、2.東京大学)

16:30 ~ 16:45

[SCG48-36] Migration of aqueous fluid near the subducting plate interface

*森重 学[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

16:45 ~ 17:00

[SCG48-37] EnKF estimation of frictional properties and slip evolution on a LSSE fault and the changing slip deficit rate on a megathrust fault

*平原 和朗[1,2] (1.香川大学四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構、2.理化学研究所　AIPセンター)

Modelling precursory seismicity in the laboratory using a roughness derived rate and state friction model

*Paul A Selvadurai[1], Percy Galvez[2], Stefan Wiemer[1], P. Martin Mai[2]

1. Swiss Seismological service, ETH Zurich, Switzerland, 2. King Abdullah University of Science and Technology, Thuwal, Saudi Arabia

Growing amounts of seismologic observations appear to be capturing a larger diversity in slip behavior along natural faults. One such behavior is the appearance of localized high-frequency events occurring within a larger preparatory region of accelerated preslip. A mechanism explaining this phenomenon is that fault zones have contrasting strength, which may affect the spatial variability of seismic coupling. Recent numerical studies of faults governed by rate-and-state (RS) friction, show that systematic variations in the strength heterogeneity could explain diverse slip behaviors, such as, stable sliding without spontaneous slip transients, or unstable with spontaneous rupture [Liu and Ampuero, 2017].

Here we detail results from a direct shear friction experiment where a well-instrumented fault was formed by pressing together mature (worn) surfaces of poly(methyl methacrylate), then subjecting it to shear, until gross ‘stick-slip’ failure occurred. Prior to failure, spontaneous ruptures were found to nucleate within a region of accelerated slip, but *arrested locally within a seismogenic section* of the interface. Seismic waves produced by these high-frequency events were measured by an array of calibrated piezoelectric transducers. The seismogenic section was found to form where a slow slip front propagated into a relatively locked region [Selvadurai and Glaser, 2015].

To model the behavior of this lab-scale seismogenic region, we use multi-cycle simulations and linear stability analysis in the open source software QDYN, which utilizes boundary element method and adaptive time-stepping [Luo et al., 2017]. We studied the postmortem surfaces and found that the worn fault displayed a clear bimodal Gaussian distribution of surface height. This unique distribution of surface roughness was determined to be a proxy for a heterogeneous description of the critical slip distance D_c used in numerical calculation that modelled the seismogenic region as a VW section with constant normal stress that obeyed the slip law in terms of RS friction.

Our model showed that it was capable of producing the same diversity in slip behaviors from stable sliding to unstable with localized spontaneous ruptures and this was dependent on parameter selection. Preferentially smooth (polished) sections of fault exhibited low D_c and were susceptible to rupture nucleation. However, the extent to which they propagated along the fault depended on the level strength heterogeneity. Wearing of the fault also led to a natural periodicity in the spatial distribution of strength, which produced numerical estimates of source characteristics that matched those made from an independent analysis of seismic waves. Matching numerical and experimental estimates of source characteristics (seismic moment, source length scale and stress drop) was used a calibration tool to accurately tune the model behavior and better understand conditions leading to the production of seismicity attributed to the interaction of a slow slip front into a relatively locked section of fault.

References:

Luo, Y., Ampuero, J.-P. (2017), Stability of faults with heterogeneous friction properties and effective normal stress, *Tectonophysics*, doi:10.1016/j.tecto.2017.11.006

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Luo, Y., Ampuero, J.P., Galvez, P., Ende, M., Idini, B., (2017). *QDYN: a Quasi-DYNamic Earthquake simulator (V1.1).* http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.322459.

Selvadurai, P. A., and S. D. Glaser (2015), Laboratory-developed contact models controlling instability on frictional faults, *J. Geophys. Res. Solid Earth*, 120, doi:10.1002/2014JB011690.

Keywords: Foreshocks, Linear stability analysis, Strength heterogeneity, Laboratory studies

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Exponential dependence on perturbation stress of earthquake nucleation

*齋藤 拓也[1]、波多野 恭弘[1]
*Saito Takuya[1], Takahiro Hatano[1]

1. 東京大学
1. The University of Tokyo

Recent observations have reported that some tremors in slow earthquake are sensitive to stress perturbations caused by ocean tides [1]. According to the preceding studies [1], occurrence frequencies of the susceptible tremors display exponential dependence on the stress magnitude. This study numerically investigates effects on earthquake nucleation growths of the periodic stress perturbations to see if the nucleation developed under the rate-and-state friction law reproduces the stress dependence. The numerical results suggest the exponential dependence on the perturbation stress magnitudes even in the presence of superimposed sinusoidal waves with the different periods. In addition, the exponential rates are found not to be sensitive to a change in the perturbation period or the superposition components of the sinusoidal perturbations, which implies the critical stresses magnitude are independent of a variety of the perturbations.

[1] S. Ide and Y. Tanaka, Geophys. Res. Lett. 41, 3842 (2014); S. Ide, S. Yabe, H.-J. Tai, and K. H. Chen, Geophys. Res. Lett., 42, 3248 (2015).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

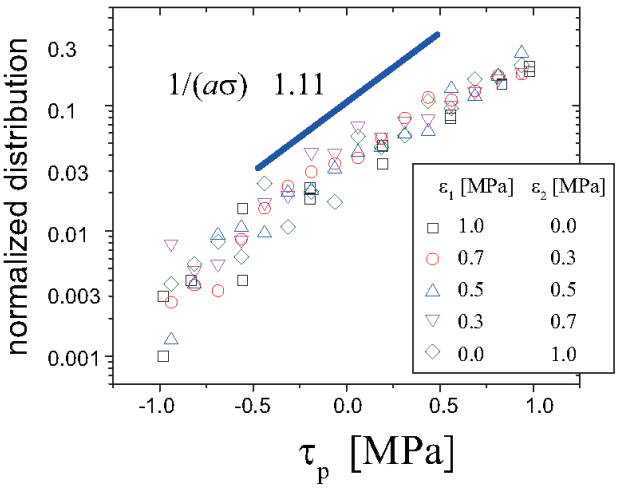


FIG. 1: Numerical results of stress dependence of the nucleation growth under the perturbation $\tau_p = \epsilon_1 \sin(\omega_1 t) + \epsilon_2 \sin(\omega_2 t + \phi_{2,ini})$. Horizontal or vertical axes represents stress magnitude or the normalized distribution, respectively. For each parameter condition, we measured the stresses of 1000 nucleation samples, which grow from randomly generated initial conditions, when the nucleation slip reaches the threshold velocity $V_{thr} = 1.0$ mm/s.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Stochastic modeling of slow earthquakes comparable to observations

*麻生 尚文[1]、安藤 亮輔[2]、井出 哲[2]
*Naofumi Aso[1], Ryosuke Ando[2], Satoshi Ide[2]

1. 東京工業大学、2. 東京大学
1. Tokyo Institute of Technology, 2. University of Tokyo

Slow earthquakes are often modeled using rate-and-state friction law with heterogeneously distributed parameters. However, we never know the exact friction law nor the perfect distribution of frictional parameters. Also, other physics are also proposed to contribute to the slow process, including pore fluid. Since any deterministic approaches cannot adequately capture the temporal stress change at a specific site because of the inherent unpredictability caused by various nonlinear processes, we instead focus on the stochastic approach to model slow earthquakes.
In stochastic modeling, we artificially add stochastic fluctuations in numerical simulations. When the result agrees with observations, the stochastic fluctuations are found to represent underlying physics. Then, we can make some predictions that could be evaluated by further observations. After capturing many characteristics of the stochasticity, we could finally approach physics. Although the deductive approach based on specific physics is often taken in earthquake source physics, the experimental approach has the potential to fill the gap between modeling and observations.
Here, we demonstrate that the consideration of stochastic stress fluctuations in ordinary crack simulations can reproduce a variety of observations of slow earthquakes, including burst-like tremor initiation, the existence of tremor front, decelerating tremor migration, and precursory slow earthquakes. The identical model can also reproduce both crack-like and pulse-like ordinary earthquakes by simply changing the strength drop and initial stress level.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Migration of aqueous fluid near the subducting plate interface

*森重 学[1]
*Manabu Morishige[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

At least in several subduction zones including Tohoku, Japan, and Cascadia, low surface heat flow has been observed in the forearc, which suggests the existence of a cold fore-arc mantle. This low heat flow has been explained by a thin, low-viscosity layer (LVL) on top of the subducting slab that decouples the movement between the slab and the overriding mantle wedge. Although the formation mechanism of the LVL remains unclear, hydrous minerals such as serpentine may play an essential role in it. The effects of the LVL on solid (or rock) velocity have been extensively investigated. However, little is known of aqueous fluid migration in and around the LVL, despite its importance to our understanding of seismic activity along the subducting plate interface which includes slow earthquakes. In this presentation, I propose a mechanism of fluid flow through the LVL based on a numerical modeling of two-phase flow.

It has been shown that the equations for the solid and fluid phases can be decoupled if porosity is small. I therefore take the following two-step approach based on this assumption. I first solve for solid velocity and the dynamic pressure gradient in and around the LVL. These results are then used to solve for the porosity and compaction pressure in this region.

Preliminary results show that a large amount of fluid is trapped within the LVL by the effects of compaction, that is, the fluid cannot easily flow into the overriding mantle wedge with high viscosity. Dynamic pressure gradient within the LVL becomes large when a thin LVL or high solid viscosity within the LVL is assumed, which leads to a faster fluid flow in the updip direction. These findings suggest that the effects of compaction and dynamic pressure gradient are critical to understand the fluid flow near the subducting plate interface. I also find that the fluid tends to stay near the basal region of the LVL when a non-linear solid viscosity is applied.

キーワード：スロー地震、水流体、沈み込み帯、低粘性層
Keywords: slow earthquakes, aqueous fluid, subduction zones, low-viscosity layer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

EnKF estimation of frictional properties and slip evolution on a LSSE fault and the changing slip deficit rate on a megathrust fault

*平原 和朗[1,2]
*Kazuro Hirahara[1,2]

1. 香川大学四国危機管理教育・研究・地域連携推進機構、2. 理化学研究所　AIPセンター
1. Institute of Education, Research and Regional Cooperation for crisis Management Shikoku, Kagawa University , 2. Riken, AIP center

With EnKF(Ensemble Kalman Filter), we are developing a system of real-time estimation of frictional properties and slip evolution on LSSE(long-term slow slip event) faults together with the slip deficit rate of the megathrust existing at the up-dip portion of the LSSE faults from the observed GNSS data, through numerical experiments. In the present system, the state vector to be forecasted and updated includes slip rates, state variables and frictional parameters on a LSSE fault, and the slip deficit rate in the megathrust fault. The first 3 parameters are constrained by a RSF(rate and state friction) law and data, but the last one is only by data in a kinematic way. Nishikiori and Hirahara (2017) have shown that the system with EnKF has successfully estimated the slip deficit rate together with frictional properties and slip evolution on the assumed Bungo-Channel LSSE fault for the station distribution corresponding to the GEONET one. So far, we have mainly examined the case of the constant slip deficit rate of the locked megathrust fault, assuming a short and stationary period in the Nankai earthquake cycle.
Several simulation studies have suggested the activity of LSSE is changing during the megaquake cycle, and the real-time monitoring of LSSE activity is important for understanding the stress state of the megaquake fault. Hirahara and Nishikiori (2018) have preliminarily examined the effect of changing deficit rate of the locked region. This study is an extension of theirs. A time series of slip deficit rate derived from a simple simulation of the Nankai earthquake cycle with a RSF law produces shorter reoccurrence time and larger slip rate of the Bungo-Channel LSSE fault toward the occurrence of Nankai megaquake. Based on this simulation model, we produce the simulated deformation rate data at GEONET stations. Then we try to estimate the changing slip deficit rate of the Nankai earthquake fault together with frictional parameters and slip evolution on the LSSE fault. Here, we define v_lock=V_lock -Vpl, and assign Vpl=6.5cm/yr. We can correctly trace the v_lock around -6cm/y during almost locked period. However, when v_lock is larger than -4 cm/yr, our system can not trace v_lock and underestimate the value. Then other parameters become to be also estimated as values deviated from the true ones. Therefore, we try to apply covariance inflation to enlarge the error covariance of the forecast state vector. There are two types of covariance inflation to enlarge the error covariance of the forecast vector. One is multiplicative inflation, where the forecast vector is artificially enlarged. Another is additive inflation, where we add random perturbation to the analysis vector in the previous time step, and obtain the forecast one in the next time step. In the latter one, the perturbation is not added directly to the forecast vector but to the analyzed one in the previous time step, so that the dynamical balances are kept when the next forecast is obtained. We use the approach of additive inflation of covariance. Then, we can correctly estimate the value of v_lock as well as other parameters up to a high value of v_lock around 25 cm/yr. We discuss such problems of abrupt breaks when we encounter in applying our system in numerical experiments.

キーワード：アンサンブルカルマンフィルタ、スロースリップイベント、速度状態摩擦、巨大地震、共分散膨張
Keywords: Ensemble Kalman Filter, Slow Slip Events, Rate and State Friction, Megaquake, Covariance Inflation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 9:00 ~ 10:30 | A02 東京ベイ幕張ホール

[S-CG50] Intraslab and intraplate earthquakes

コンビーナ:北 佐枝子(建築研究所)、大内 智博(愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)、Marcel Thielmann(Bavarian Geoinstitute, University of Bayreuth)、奥脇 亮(産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門)、座長:北 佐枝子(建築研究所)、大内 智博(愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)、Marcel Thielmann(University of Bayreuth)、奥脇 亮(筑波大学)、Thomas Ferrand(UC San Diego)

The purpose of this session is to share recent advances of geo-scientifical studies for intraslab and shallow-depth intraplate earthquakes. We seek to formulate future directions of the interdisciplinary study of the occurrence of intermediate-depth and deep earthquakes from the viewpoint of seismology, geodynamics and mineral physics. We welcome presentations from a wide variety of scientific disciplines, including seismology, seismotectonics, geodynamics, mineral and rock physics, other geophysics, geology, and numerical modeling.

9:00 ~ 9:15

[SCG50-01] On a reversely-dipping low-velocity layer in the Tohoku-slab beneath the forearc: unbending induced fluid pathway?

★招待講演
発表キャンセル

*川勝 均[1]、Kim HyeJeong[1] (1.東京大学地震研究所)

9:15 ~ 9:30

[SCG50-02] Evidence for transient fluid pathways in the mantle of the subducting Nazca slab from seismological observations and modeling of the Poisson's ratio

★Invited Papers

*Wasja Bloch[1,2]、Timm John[2]、Jörn Kummerow[2]、Bernd Schurr[1]、Pablo Salazar[3,4]、Serge A. Shapiro[2] (1.GeoForschungszentrum GFZ, Potsdam, Germany、2.Freie Universität Berlin, Germany、3.Universidád Católica del Norte, Antofagasta, Chile、4.National Research Center for Integrated Natural Disasters Management (CIGIDEN), Santiago, Chile)

9:30 ~ 9:45

[SCG50-03] Numerical simulation of water transportation along subducting slabs and implications for intraslab earthquakes

★Invited Papers

*中尾 篤史[1]、岩森 光[1,2,3]、中久喜 伴益[4]、鈴木 雄治郎[1]、中川 貴司[5]、中村 仁美[2,3,6,7] (1.東京大学地震研究所、2.海洋研究開発機構地球内部物質循環研究分野、3.東京工業大学理学院、4.広島大学大学院理学研究科、5.Department of Earth Sciences, The University of Hong Kong、6.産業技術総合研究所地質調査総合センター、7.千葉工業大学次世代海洋資源研究センター)

9:45 ~ 10:00

[SCG50-04] Subduction of serpentinized fracture zone and intraslab earthquakes in southern Mexico

★Invited Papers

*Marina Manea[1,2] (1.Computational Geodynamics Laboratory, Geosciences Center, National Autonomous University of Mexico、2.Institute of Astronomy, Romanian Academy)

10:00 ~ 10:15

[SCG50-05] Reaction-induced embrittlement of the lower continental crust

*Alexandre Schubnel[1]、Sarah Incel[2]、Julien Gasc[1]、Nadège Hilairet[5]、Yanbin Wang[3]、Feng Shi[3]、Loic Labrousse[4] (1.Laboratoire de Géologie, ENS、2.University of Oslo、3.GCECARS, University of Chicago、4.ISTEP, Sorbonne Université、5.UMET, Université de Lille)

10:15 ~ 10:30

[SCG50-06] **Transformation-induced, melt-enhanced faulting in orthoenstatite: implications for global intermediate-depth earthquakes**

Feng Shi[1]、Jianguo Wen[2]、Tony Yu[1]、Lupei Zhu[3]、*Yanbin Wang[1] (1.Center for Advanced Radiation Sources, University of Chicago, Chicago, IL, USA、2.Center for Nanoscale Materials, Argonne National Laboratory, Argonne, IL, USA、3.Department of Earth & Atmospheric Sciences, Saint Louis University, St. Louis, MO, USA)

On a reversely-dipping low-velocity layer in the Tohoku-slab beneath the forearc: unbending induced fluid pathway?

On a reversely-dipping low-velocity layer in the Tohoku-slab beneath the forearc: unbending induced fluid pathway?

*川勝 均[1]、Kim HyeJeong[1]
*Hitoshi Kawakatsu[1], HyeJeong Kim[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

Kawakatsu & Kim (2018, SSJ) have recently updated the receiver function reflectivity images beneath the Japanese islands reported earlier in a series of papers by Kawakatsu and others(e.g., Kawakatsu & Watada, 2007, Science). We collected data from recent 14 years (April 2004 to April 2018) of Hi-net recordings; the resulting new dataset is 2.4, 6.4 and 4.8 times larger in terms of the time period, the number of earthquakes, and the number of RF waveforms compared to the earlier works. New images obtained are generally consistent with the previous ones; as the data quantity increases, the covered area widens and images tend to be clearer and smoother. One exception is that there is a glimpse of reversely-dipping low-velocity layer (LVL) within the slab beneath the forearc region dipping toward the Japan trench. When compared with the recent tomographic model that incorporates data from a seafloor cable seismic network S-net, the LVL appears to correspond to a strong P-wave LVL dipping also toward the trench that is imaged from the slab surface at around a depth of 40km to at least 60km. As this LVL is observed along the entire Tohoku Japan arc, it might be a representation of some mechanical process associated with subduction, unless some systematic bias is introduced in tomography (e.g., mis-location of off-shore earthquake depths). We speculate that this structure may continue to the bottom of the slab as imaged by the tomography though not resolved, and be related with the slab unbending that straightens the slab in the mantle (e.g., Kawakatsu, 1986, JGR). Tensile stress caused by unbending near the slab bottom may open a pathway for the sub-slab fluid to migrate upwards all the way to the slab top to further supply fluids around the slab surface, as well as to hydrate the lower-layer of the double seismic zone as suggested by Seno & Yamanaka (1996, AGU Monograph). Geophysical and geochemical consequences of this hypothesis that might be testable via various ways may be discussed.

キーワード：アンベンディング、スラブ、流体
Keywords: unbending, slab, fluid

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Evidence for transient fluid pathways in the mantle of the subducting Nazca slab from seismological observations and modeling of the Poisson's ratio

*Wasja Bloch[1,2], Timm John[2], Jörn Kummerow[2], Bernd Schurr[1], Pablo Salazar[3,4], Serge A. Shapiro[2]

1. GeoForschungszentrum GFZ, Potsdam, Germany, 2. Freie Universität Berlin, Germany, 3. Universidád Católica del Norte, Antofagasta, Chile, 4. National Research Center for Integrated Natural Disasters Management (CIGIDEN), Santiago, Chile

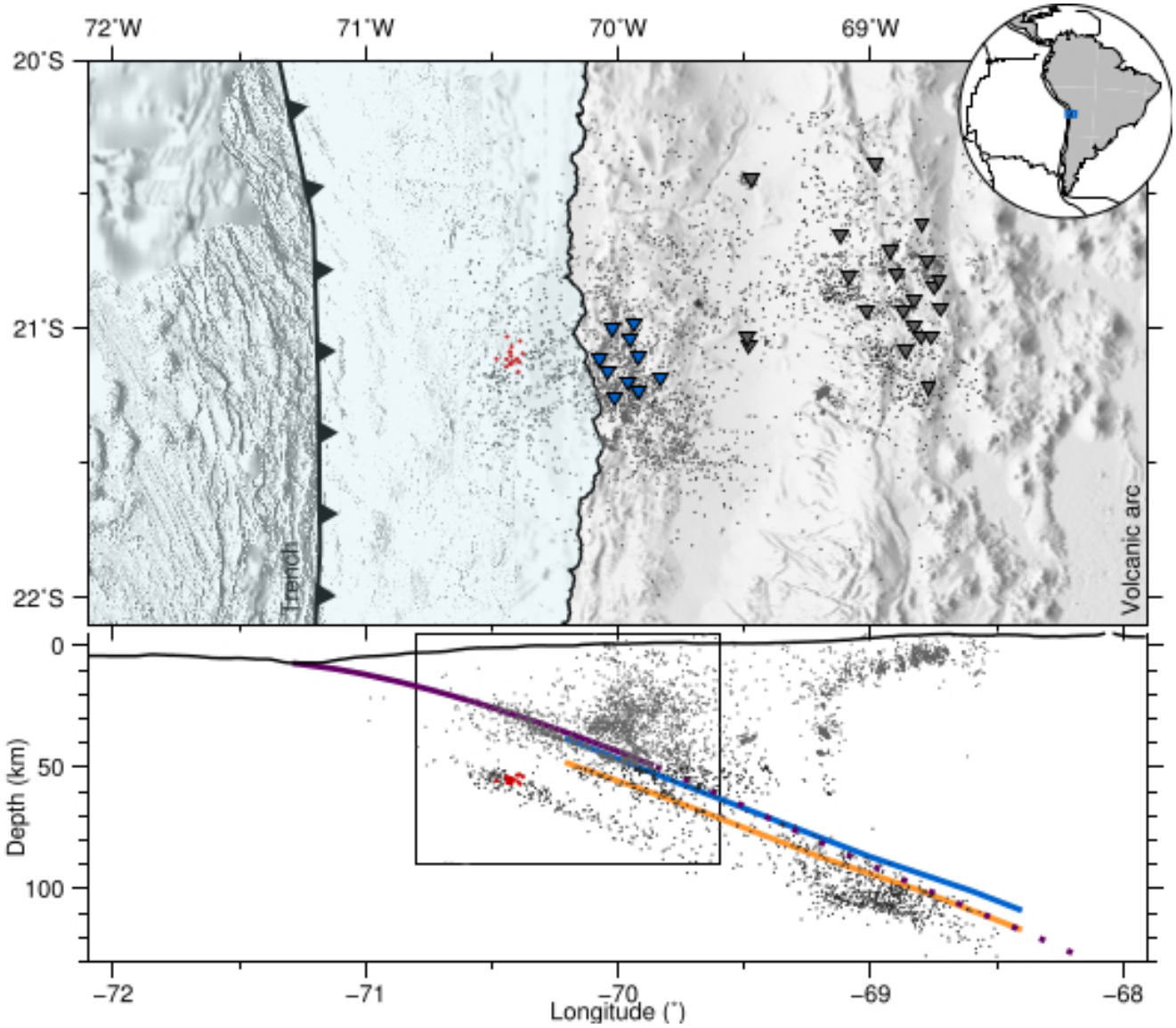
Subduction zones worldwide show the common pattern of a lower seismicity plane, where earthquakes occur at intermediate depth within the mantle of the subducting slab. In order to explain the occurrence of these earthquakes different earthquake nucleation mechanisms have been proposed. Some of them attribute seismicity to different transient phenomena that accompany the metamorphic breakdown of water bearing mineral phases. Event though such mechanisms can well explain the distinct shape of the lower seismicity plane and can well be reproduced in laboratory experiments, they are based on the assumption that the subducting plate is hydrated tens of kilometers below the oceanic Moho. Direct evidence for this assumption is scarce.

To detect the possible presence of fluids in the slab mantle, as predicted by the dehydration hypotheses, we estimated the Poisson's ratio of a small rock volume that hosts intra-slab earthquakes by employing a non-tomographic seismic method that has its greatest sensitivity in the direct vicinity of the earthquakes and delivers unique results. We interpret our results by means of a state-of-the-art coupled thermodynamic-poroelastic model. We additionally determine focal mechanisms in the lower seismicity plane to gain information about the prevailing stresses.

The joint interpretation yields a picture in which seismicity occurs at a low rate at 50km depth in a dehydrating but not over-pressured environment at low, overall tensile differential stresses. The modeling results indicate that the fluid occupies a minor volume fraction in the order of only 0.1% and constitutes an interconnected, vein-shaped and therefore transient pore network. These findings are in agreement with results from laboratory experiments, numerical simulations and outcrop studies. They imply that the oceanic mantle of the subducting Nazca slab must be at least weakly hydrated to a depth of 20-30km below the seafloor. Our interpretation can also be applied to tomographic images of other lower seismicity planes, e.g. in Japan.

Keywords: Mantle dehydration, Fluid processes, Seismology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Numerical simulation of water transportation along subducting slabs and implications for intraslab earthquakes

*中尾 篤史[1]、岩森 光[1,2,3]、中久喜 伴益[4]、鈴木 雄治郎[1]、中川 貴司[5]、中村 仁美[2,3,6,7]
*Atsushi Nakao[1], Hikaru Iwamori[1,2,3], Tomoeki Nakakuki[4], Yujiro Suzuki[1], Takashi Nakagawa[5], Hitomi Nakamura[2,3,6,7]

1. 東京大学地震研究所、2. 海洋研究開発機構地球内部物質循環研究分野、3. 東京工業大学理学院、4. 広島大学大学院理学研究科、5. Department of Earth Sciences, The University of Hong Kong、6. 産業技術総合研究所地質調査総合センター、7. 千葉工業大学次世代海洋資源研究センター
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 2. Department of Solid Earth Geochemistry, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Department of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology, 4. Department of Earth and Planetary Systems Science, Hiroshima University, 5. Department of Earth Sciences, The University of Hong Kong, 6. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 7. Ocean Resource Research Center for Next Generation, Chiba Institute of Technology

It has been argued that water is abundant enough across subducting slabs to trigger lower seismic planes (i.e., >40-km-thick hydrous mantle; Peacock, 2001). Geodynamic modeling, however, suggests that the Pacific slab has a low water content beneath Northreast Japan (NEJ) (Nakao et al., 2018), despite presence of the clear lower seismic plane. The model shows that the thickly serpentinized slab mantle (>10 km for 100-Ma slab) causes slow plate convergence, stationary trenches, and slab penetration into the 660-km boundary, in contrast to the case of NEJ (Lallemand et al., 2008; Fukao & Obayashi, 2013). Moreover, seismic velocity and anisotropy structures also indicate a small amount of water around the lower plane in the Pacific slab (Zhang et al., 2004; Reynard et al., 2010). To address this discrepancy, we performed numerical simulations of water transport within and along the subducting slab of a variable age and initial water content. It is demonstrated that the loci of fluid liberation from the subducted slab of an old age (130 Ma) broadly correspond to the upper seismic plane beneath NEJ. On the other hand, loci of any dehydration reaction within the old slab may not explain the lower seismic plane. Instead, the loci of chlorite breakdown for a 36-Ma slab correspond to the lower plane beneath NEJ. In this case, the breakdown and formation of chlorite repeatedly occur, and liberated fluid forms a long curved-linear locus similar to the shape and extent of lower seismic plane in the Pacific slab beneath NEJ. We suggest that the repeated chlorite breakdown which effectively reutilizes a small amount of water contained initially in the slab may trigger the long lower seismic plane beneath NEJ.

キーワード：Wadati-Benioff zone、intermediate-depth earthquake、plate tectonics、phase relation、thermal structure
Keywords: Wadati-Benioff zone, intermediate-depth earthquake, plate tectonics, phase relation, thermal structure

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Subduction of serpentinized fracture zone and intraslab earthquakes in southern Mexico

*Marina Manea[1,2]

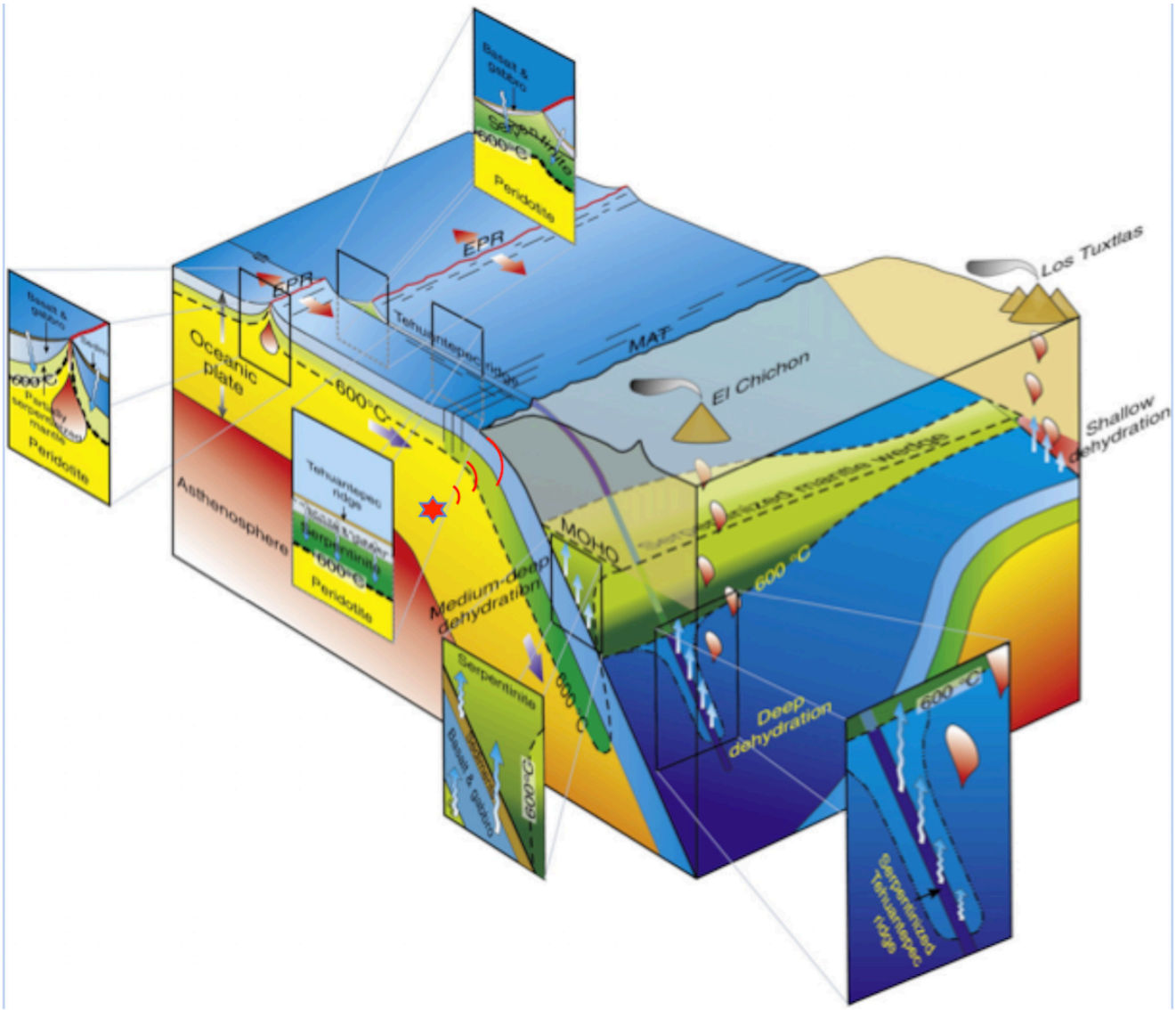
1. Computational Geodynamics Laboratory, Geosciences Center, National Autonomous University of Mexico, 2. Institute of Astronomy, Romanian Academy

Oceanic fracture zones are born where spreading centers are offset, creating strong gradients in oceanic floor age and vertical offsets in the oceanic lithosphere. Several lines of evidence, such as tectonic uplift and localized volcanic activity distributed along fracture zones, suggest that oceanic fracture zones represent zones of weakness where seawater can infiltrate several kilometers down into the lithosphere and transform mantle peridotites into serpentinites. Such major serpentinized fracture zones are often consumed into subduction zones where they release large quantities of fluids. The southern Mexican subduction zone is similarly characterized by the presence of a large fracture zone, the Tehuantepec fracture zone (TFZ), which presumably is serpentinized. Moreover, the region where TFZ enters into subduction is marked by a relatively low intraplate seismic activity and a large seismic gap where no large megathrust occurred in the last 100 years or more.

In general the physical processes associated with such seismic gaps are not well understood. However, the presence of TFZ in this area can provide a unique opportunity to advance our knowledge into earthquake mechanics linked to mantle thermal structure. The peculiar 2017 M8.2 Tehuantepec intraslab earthquake nucleated in the vicinity of TFZ, and, from analyses of regional geophysical observations, it is demonstrated that this large normal faulting event ruptured the entire ~26 Ma Cocos slab right beneath the megathrust region. The faulting most likely reactivated a bend fault fabric and ruptured to a depth well below the predicted brittle-ductile transition for the Cocos slab, including regions where temperature is expected to exceed 1000˚C, at far greater P-T conditions than previously considered. Additionally, since the rupture area also propagated laterally along the trench and stopped abruptly when encountered the subducted TFZ, we propose that large and serpentinized fracture zones can act as barriers for intraslab earthquakes. I have to acknowledge that all numerical computations were performed at the National Laboratory for Advanced Scientific Visualization at UNAM (LAVIS).

Keywords: intraslab earthquakes, fracture zone, serpentinization , southern Mexico

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Reaction-induced embrittlement of the lower continental crust

*Alexandre Schubnel[1], Sarah Incel[2], Julien Gasc[1], Nadège Hilairet[5], Yanbin Wang[3], Feng Shi[3], Loic Labrousse[4]

1. Laboratoire de Géologie, ENS, 2. University of Oslo, 3. GCECARS, University of Chicago, 4. ISTEP, Sorbonne Université, 5. UMET, Université de Lille

Field observations and geophysical data reveal a causal link between brittle seismic failure and eclogitization of the lower continental crust. We present results from experimental deformation of plagioclase-rich samples at eclogite-facies conditions and quantify the link between rock rheology and the kinetics of the eclogitization reactions. The deformation was ductile both in the absence of reaction and when the progress of eclogitization was fast compared to the imposed strain rate. However, when the reaction rate was relatively slow, the breakdown of plagioclase into nanocrystalline reaction products induced a weakening that triggered seismic failure. Fluid-induced plagioclase breakdown under eclogite-facies conditions is an exothermic reaction accompanied by a negative change in solid volume. This is similar to other mineral transformations that are known to trigger transformational faulting. We demonstrate that mineral reactions lead to brittle deformation in situations where reaction rates are slow compared to the deformation rate. This reaction-induced instability may provide a generic mechanism for embrittlement at depths beyond the normal seismogenic zone.

Keywords: lower crust, Eclogitisation, Granulite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Transformation-induced, melt-enhanced faulting in orthoenstatite: implications for global intermediate-depth earthquakes

Feng Shi[1], Jianguo Wen[2], Tony Yu[1], Lupei Zhu[3], *Yanbin Wang[1]

1. Center for Advanced Radiation Sources, University of Chicago, Chicago, IL, USA, 2. Center for Nanoscale Materials, Argonne National Laboratory, Argonne, IL, USA, 3. Department of Earth & Atmospheric Sciences, Saint Louis University, St. Louis, MO, USA

Intermediate-depth earthquakes, which occur at ~50-300 km depths and account for ~90% of all deep earthquakes between 50 and 700 km, are ubiquitously observed along convergent plate margins and post great hazards in many regions of the world. Earthquake-depth distribution in oceanic subduction zones exhibits a prevalent secondary seismicity peak between 180 and 240 km, where major dehydration reactions are expected to have completed [1, 2]. This secondary seismcity peak is a direct manifestation of earthquake activities in the lower plane of the double seimic zone [3]. One of the main constituents of oceanic slabs is harzburgite, which consists mainly of olivine and orthoenstatite (OEn) [4]. The latter transforms to high-pressure clinoenstatite (HP-CEn) at ~120 –210 km depths, depending on aluminum content and slab temperature [5, 6]. We conducted deformation experiments on OEn at conditions corresponding to ~ 40 –250 km depths. Within its stability field, OEn deforms plastically; no brittle failure is detected with acoustic emission (AE) monitoring. In the HP-CEn stability field, metastable OEn generates numerous AEs generated, and fails by macroscopic faulting between ~773 and 1373 K. Outside this temperature range, metastable OEn flows plastically again with no AEs detected. Recovered failed samples contain large conjugated faults, with ultrafine-grained gouge layers containing melts that are more Al-rich. OEn grain boundaries are decorated with fine grained (grainsize < 1 micron) garnet and clinoenstatite (CEn). The latter is interpreted as back-transformed HP-CEn upon pressure release. Within large OEn grains, finer-grained garnet forms thin lamellae preferentially parallel to the OEn (100) twin planes. These results suggest that micro-ruptures start in metastable OEn by syn-deformational transformation, which, aided by exothermic latent heat production, results in exsolution lamellae of garnet and CEn, both along the OEn (100) planes, associated with intragranular ruptures. These micro-ruptures conglomerate along weakened grain boundaries to form intergragular faults consisting of ultrafine grained reaction and shear zones, which, through adiabatic heating and local melting, self-organize into macroscopic faults. We propose that in harzburgite, the observed OEn instability triggers shear localization in olivine, resulting in adiabatic instability, a mechanism hypothesized on theoretical grounds [7, 8] and recently observed in laboratory experiments [9].

References:

[1] Hacker, B.R., Peacock, S.M., Abers, G.A., Holloway, S.D., 2003. J Geophys Res 108, 2019.
[2] Syracuse, E.M., van Keken, P.E., Abers, G.A., 2010. Phys Earth Planet In 183, 73–90.
[3] Brudzinski, M.R., C.H. Thurber, B. R. Hacker, E.R. Engdahl, Science, 316, 1472-1474.
[4] Ringwood, A.E., Irifune, T., 1988. Nature 331, 131–136.
[5] Gasparik, T., 2003. Phase diagrams for geoscientists. An Atlas of the Earth's Interior.
[6] Akashi, A.,et al., 2009. J Geophys Res 114, 322.
[7] Ogawa, M., 1987. J Geophys Res 92, 13801-13810.
[8] Hoobs, B.E., Ord, A., 1988. J. Geophys Res 93, 10521-10540.
[9] Ohuchi, T., et al., 2017. Nature Geoscience 10, 771.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | A02 東京ベイ幕張ホール

[S-CG50] Intraslab and intraplate earthquakes

コンビーナ:北 佐枝子(建築研究所)、大内 智博(愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)、Marcel Thielmann(Bavarian Geoinstitute, University of Bayreuth)、奥脇 亮(産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門)、座長:北 佐枝子(建築研究所)、大内 智博(愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)、Marcel Thielmann(University of Bayreuth)、奥脇 亮(筑波大学)、Thomas Ferrand(UC San Diego)

The purpose of this session is to share recent advances of geo-scientifical studies for intraslab and shallow-depth intraplate earthquakes. We seek to formulate future directions of the interdisciplinary study of the occurrence of intermediate-depth and deep earthquakes from the viewpoint of seismology, geodynamics and mineral physics. We welcome presentations from a wide variety of scientific disciplines, including seismology, seismotectonics, geodynamics, mineral and rock physics, other geophysics, geology, and numerical modeling.

10:45 ~ 11:00

[SCG50-07] The Isolated M7.9 Deep Earthquake of 30 May 2015 Under the Present Bonin Wadati-Benioff Zone: Evidence from the New ISC-EHB Earthquake Catalogue (1930-2015) and CMT Focal Mechanisms

*Kirby Stephen[1]、Engdahl E.[2]、Okal Emile[3] (1.United States Geological Survey, Menlo Park、2.University of Colorado、3.Northwestern University)

11:00 ~ 11:15

[SCG50-08] What Can M_W –4 Lab-Quakes Teach Us About Deep-Focus Earthquakes?

★Invited Papers

*Julien Gasc[1]、Julien Fauconnier[1]、Clémence Daigre[1]、Arefeh Moarefvand[1]、Damien Deldicque[1]、Blandine Gardonio[1]、Alexandre Schubnel[1]、Pamela Burnley[2] (1.Laboratoire de Géologie, ENS-CNRS, Paris, FRANCE、2.University of Nevada Las Vegas, Las Vegas, USA)

11:15 ~ 11:30

[SCG50-09] Deep intraslab earthquake rupture due to grain size assisted thermal runaway

*Marcel Thielmann[1]、Thibault Duretz[2] (1.Bavarian Geoinstitute, University of Bayreuth, Germany、2.Université de Rennes, Rennes, France)

11:30 ~ 11:45

[SCG50-10] 2012年宮城沖プレート内ダブレット地震の震源断層モデルから検討した日本海溝近傍における海洋プレート内レオロジー

*久保田 達矢[1]、日野 亮太[2]、鈴木 秀市[2] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所、2.東北大学大学院理学研究科)

11:45 ~ 12:00

[SCG50-11] Source-rupture process of the intraplate earthquake; its diversity related to the fault geometry and damaged fault zone

*奥脇 亮[1]、八木 勇治[1] (1.筑波大学大学院生命環境科学研究科)

12:00 ~ 12:15

[SCG50-12] **Aftershocks of the NEXT Cascadia Intraslab Earthquake**

*Paul Bodin[1,2] (1.University of Washington Seattle、2.Pacific Northwest Seismic Network)

The Isolated M7.9 Deep Earthquake of 30 May 2015 Under the Present Bonin Wadati-Benioff Zone: Evidence from the New ISC-EHB Earthquake Catalogue (1930-2015) and CMT Focal Mechanisms

The Isolated M7.9 Deep Earthquake of 30 May 2015 Under the Present Bonin Wadati-Benioff Zone: Evidence from the New ISC-EHB Earthquake Catalogue (1930-2015) and CMT Focal Mechanisms

*Kirby Stephen[1]、Engdahl E.[2]、Okal Emile[3]
*Stephen Kirby[1], E. Robert Engdahl[2], Emile Andre Okal[3]

1. United States Geological Survey, Menlo Park、2. University of Colorado、3. Northwestern University
1. United States Geological Survey, Menlo Park, 2. University of Colorado, 3. Northwestern University

The M7.9 deep earthquake of 30 May 2015 at a depth of about 680 km was surprising in that it occurred more that 150 km distant from any event in the main Bonin sector Wadati-Benioff Zone (WBZ) above it and more than 120 km deeper than any well-recorded event in the Bonin subduction system. We applied the recently developed ISC-EHB methodology (GJI, 2018, v. 214, 474-484) to produce a comprehensive catalogue of hypocenters for the Izu-Bonin-Marianas region from 1904 to 2015. This methodology, which utilizes only events well-recorded telesesismically along with reported depth phases, ensures that the hypocenters in any given region are relatively well constrained in both location and depth. Individual trench-normal cross sections though the Southern-Bonin/Northern-Marianas subduction systems (including the transition through the Ogasawara Plateau collision zone) display a very sharply defined Bonin inclined seismic zone with no ISC-EHB events at depths and positions between the 2015 deep event and the Izu-Bonin Wadati Benioff Zone (WBZ) above it. Moreover the 2015 deep event occurred at least 200 km north of a possible tear in the main slab at about latitude about 25-26 ˚N where the deep WBZ bends back under the intermediate-depth segment. Most of the CMT focal mechanisms deeper than 300 km within the Bonin WBZ have normal-faulting mechanisms. Some published papers have claimed that the 2015 deep Bonin earthquake occurred in a steeply-dipping sector of the Bonin slab based largely on seismic tomography, but none of these studies have demonstrated sufficient resolution for convincing evidence of high-wave-speed slab material clearly linking the 2015 hypocenter with the main Bonin WBZ. Other published papers show independent evidence that the 2105 event occurred below the Bonin WBZ. We are left with the interpretation that the 2015 event occurred in a slab fragment separated from the main Bonin WBZ. We offer a possible fragmentation scenario involving a oceanic plateau collision, a consequent slab detachment, and an eastward trench stepback. Isolated deep earthquakes in slab fragments can rupture by transformational faulting in metastable olivine (MO) where stresses can originate by the residual stresses caused by heterogeneous volume changes associated with the MO->Spinel transformation (Okal and Kirby, PEPI, 1998).

キーワード：Deep earthquakes、Bonin seismic zone、2015 Ultra-deep earthquake、Metastable olivine
Keywords: Deep earthquakes, Bonin seismic zone, 2015 Ultra-deep earthquake, Metastable olivine

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

What Can M_w −4 Lab-Quakes Teach Us About Deep-Focus Earthquakes?

*Julien Gasc[1], Julien Fauconnier[1], Clémence Daigre[1], Arefeh Moarefvand[1], Damien Deldicque[1], Blandine Gardonio[1], Alexandre Schubnel[1], Pamela Burnley[2]

1. Laboratoire de Géologie, ENS-CNRS, Paris, FRANCE, 2. University of Nevada Las Vegas, Las Vegas, USA

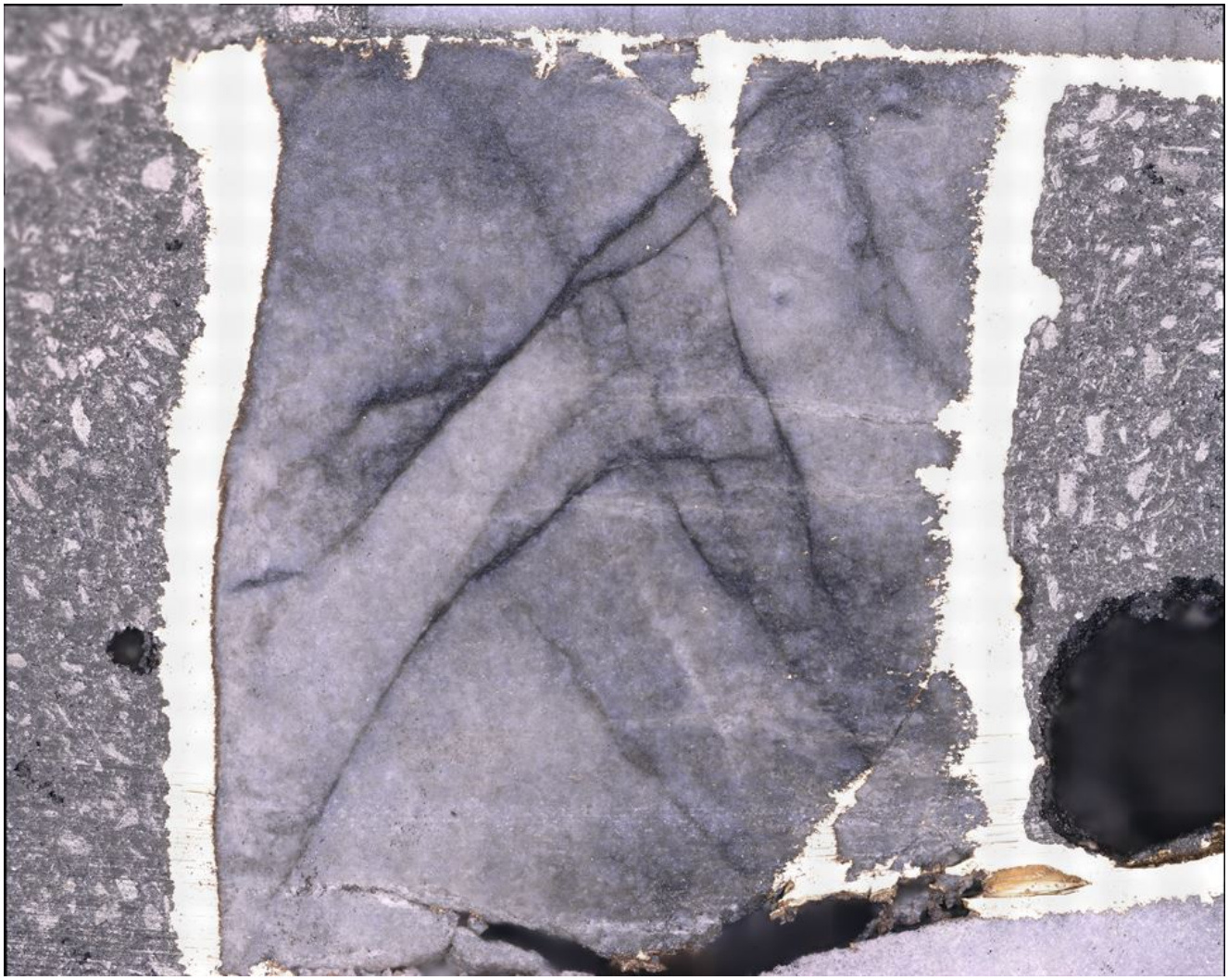
In recent years, several experimental studies have shed new light on possible faulting mechanisms responsible for intermediate and deep-seated earthquakes. These studies rely not only on the traditional analysis of mechanical data and recovered microstructures, but also on the in situ collection of acoustic data −in the form of Acoustic Emissions (AEs)− used to identify possible co-seismic faulting, i.e., brittle failure.

I will give an overview of this recent work and detail how, recently, deep-focus earthquakes mechanisms could be investigated at 1.5 GPa and 750-900˚C, in a new-generation Griggs-type apparatus using sintered Mg_2GeO_4 samples. This compound is an analogue of natural olivine for which the transition towards the high pressure phase (spinel structure) occurs at atmospheric pressure, instead of ~14 GPa for the silicate. This transition induces a mechanical instability −the so-called *transformational faulting*− that leads to macroscopic failure of the samples in a narrow temperature window. The boundaries of this brittle window, as for other reactions (quartz-coesite, antigorite dehydration, plagioclase breakdown and so on), are defined by the reaction kinetics. Here, faulting only occurs in cases where spinel nucleates but hardly grows, i.e., when reaction rates are slow.

At 900˚C mechanical data show a softening, indicative of ductile plastic flow, whereas large amounts of hardening followed by rapid stress drops (and audible stick slips) are recorded at 750˚C. AEs were detected in both cases and differences between P and S waves arrival times suggest that the majority of AEs originate inside the sample. Coherence analysis of the AEs seems to suggest that some bursts of events have similar sources. Surprisingly, AEs are more numerous (~600) at higher temperature, where deformation takes place in a ductile way, accommodated by the development of a wide mylonitic shear band. However, at 750˚C, far more energy is released acoustically upon brittle faulting despite a lower number of AEs (~100). Therefore, higher temperatures favor larger reaction rates, which, in turn, allow the growth of ductile fine-grained spinel. Our results confirm that the brittle temperature window (1) is a function of both equilibrium overstep (reaction kinetic) and strain rate and (2) seems to shift towards lower temperatures with decreasing strain rates, which may explain how earthquakes can occur in a slowly reacting metastable olivine wedge at strain rates orders of magnitude lower than in the lab.

Keywords: deep focus earthquakes, high pressure deformation experiments, transformational faulting, olivine spinel transition, acoustic emissions

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Deep intraslab earthquake rupture due to grain size assisted thermal runaway

*Marcel Thielmann[1], Thibault Duretz[2]

1. Bavarian Geoinstitute, University of Bayreuth, Germany, 2. Université de Rennes, Rennes, France

The rupture of the 2017 Mw 8.2 Tehuantepec earthquake has been shown to extend to temperatures above 1,000 ˚C. Ruptures penetrating to regions of such temperatures are highly unusal and raise the question whether the governing rupture mechanisms at these temperatures are comparable to shallow earthquakes. It has been suggested that dehydration embrittlement could result in deep intraslab earthquakes. However, dehydration embrittlement requires the presence of fluids. In the case of the Tehuantepec earthquake, this means that fluids would have to infiltrate the slab to depths that have not been observed.
An alternative mechanism that may lead to failure at these temperatures and depths is thermal runaway, in particular in conjunction with grain size reduction. Due to the conversion from mechanical work to heat during irreversible deformation, this mechanism weakens the rock. In certain conditions, it then results in zones of highly localized viscous creep along which a significant amount of displacement can be accumulated.
Here, we investigate the onset and formation of a ductile shear zone nucleating a cold temperatures and then propagating to regions of higher temperature using 2D numerical models with a nonlinear viscoelastic rheology. We show that it is indeed possible to form a ductile shear zone through the combined action of grain size reduction and shear heating and determine the parameter ranges where this feedback loop may result in ductile shear zone formation and thus also deep earthquake rupture.

Keywords: intraslab earthquakes, deep earthquakes, thermal runaway, grain size evolution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2012年宮城沖プレート内ダブレット地震の震源断層モデルから検討した日本海溝近傍における海洋プレート内レオロジー
Fault model of the 2012 off-Miyagi intraslab earthquake doublet and its implication for rheological signature of incoming Pacific plate

*久保田 達矢[1]、日野 亮太[2]、鈴木 秀市[2]
*Tatsuya Kubota[1], Ryota Hino[2], Syuichi Suzuki[2]

1. 国立研究開発法人防災科学技術研究所、2. 東北大学大学院理学研究科
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. Graduate School of Science, Tohoku University

2012年12月7日，日本海溝そばのプレート内において深い逆断層型地震(~60km，Mw7.2，サブイベント1)と浅い正断層型地震(~20km，Mw7.1，サブイベント2；時間差は約10秒) からなるMjma7.3の地震が発生した．震源域の周辺では，プレートの折れ曲がりによって浅部と深部それぞれで引張・圧縮の応力場が発達していることが知られている(e.g., Chapple and Forsyth, 1979 JGR)．両サブイベントのメカニズムはそれぞれが発生した深さにおける応力場と対応するため，この地震の破壊過程はプレート内部の応力場について議論するのに有用と考えられる．我々はこれまで，沖合津波記録と遠地地震波形記録からこの地震について詳細な震源モデルの推定を行ってきた(久保田, 2017 東北大博論)．本研究は，この地震の震源断層モデルの推定精度を評価したうえで，東北沖地震前後の地震活動や室内実験で得られた岩石の強度などと比較し，プレート内部の応力場やレオロジー的性質について考察を行った．

震源断層モデルの推定では，まず津波記録の逆解析から津波の波源分布を推定し，Global CMT解から期待される各サブイベントの海底変動分布と比較した．その結果，波源の沈降域はサブイベント2により，隆起域は両方のサブイベントの変動の重ね合わせにより生じていることが分かった．次に，サブイベント2について，津波波源分布の沈降域をもっともよく説明する一様すべり矩形断層モデルを，余震分布(Obana et al. 2015, AGU FM) を参考にしながらグリッドサーチにより探索した．最後に，津波波源分布からサブイベント2の断層モデルから計算される上下変動を差し引いてサブイベント1による上下変動を抽出し，これを最もよく説明するサブイベント1の矩形断層モデルを，遠地実体波から得られたCMT解の情報を参考にしながら探索した．探索結果のうち，変動分布の説明度が比較的良い断層モデルを抽出し，それに基づいて断層モデルの推定精度を考察した結果，得られた断層モデルの深さ方向の広がりは，サブイベント1が~ 45 –70 km，サブイベント2が~5 –35 km (上端は海底と一致) の範囲にあることが分かった．

推定された正断層サブイベントの下端の深さ(~35 km)は，2007年に同海域で海底地震計を用いた観測により得られた正断層型地震の下端(~25km，Hino et al., 2009 G3) より有意に深い．この正断層型地震の深さ変化(~10 km)は，プレートの折れ曲がりによって生じる応力の深さ勾配(~ 15 MPa/km) を考えると，東北沖地震によってサブイベント2の震源域周辺に生じる水平引張の静的応力変化(~20MPa)では説明できない．そのため，東北沖地震発生前の時点ですでにプレートが深さ35km近くまで降伏し，強度と同程度の応力レベルまで低下しており，東北沖地震による静的応力変化が加わることで強度レベルを超え地震活動が活発化したと考える必要がある．このような応力場を説明するには，正断層型地震発生域下限の近傍において，室内実験から期待される岩石強度(e.g., Byerlee, 1978) よりも強度が顕著に低下している必要がある．構造探査の結果から示唆される海洋プレート表層部(< ~5km) に存在する流体(Fujie et al., 2018 Nature Comm) や，プレート表層に発達する正断層を介した流体のプレート内部への流入(e.g., Faccenda et al., 2009 Nature Geo) を考えると，この強度低下の原因は流体によるものと推測され，日本海溝付近において流体は深さ35 km程度まで流入していると示唆される．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

サブイベント1の断層下端の深さは70kmと推定されたが，この深さはプレート年代から期待される脆性一延性(brittle-ductile)の遷移深さ(~55km) よりも有意に深い．これは，東北沖地震後に起こる粘弾性緩和(e.g., Tomita et al. 2017 Science Adv) に伴ってプレート深部での歪み蓄積速度が大きくなり，それによって延性破壊強度が増加(e.g., Scholtz, 1988) してbrittle-ductileの遷移深さが深部に移動したことで，脆性破壊ができる深さ範囲が深くなったことで断層破壊がプレートの深部まで及んだと考えられる．この結果は，東北沖地震のような，粘弾性緩和の影響が大きい巨大プレート境界型地震の後には，沈み込むプレート内の深部で発生する逆断層型地震の規模が大きくなる可能性を示唆している．

キーワード：2011年東北沖地震、プレート内地震、レオロジー、応力、津波
Keywords: The 2011 Tohoku-Oki earthquake, Intraplate earthquake, Rheology, Stress, Tsunami

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Source-rupture process of the intraplate earthquake; its diversity related to the fault geometry and damaged fault zone

*奥脇 亮[1]、八木 勇治[1]
*Ryo Okuwaki[1], Yuji Yagi[1]

1. 筑波大学大学院生命環境科学研究科
1. Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

Supershear rupture is one of the features that characterizes the earthquake-rupture complexity. Both the theoretical analyses and the laboratory experiments suggests that the rupture-front propagation can exceed the shear wave velocity of the medium due to the excess of the energy flux into the rupture tip. However in real earthquakes, extrinsic factor that controls the manner of supershear rupture has yet been well captured and a relationship between the geometric complexity of the fault and the supershear rupture propagation has been elusive. Geometrical complexity of the fault system is a challenging feature against a reliable estimate of kinematic slip evolution on the basis of finite-fault inversion, since the presumed, fixed rectangle-fault plane or even configuration of the multiple rectangles may not necessarily, fully represent a real fault geometry. Especially for the strike-slip (mode-II rupture) earthquake, the radiation pattern of the wave is sensitive around nodal-shear planes, and if the earthquake involves the geometric complexity in the fault system, the radiation pattern at a certain location on a fault cannot be reproduced when the presumed model fault geometry deviates from the real one. Although supershear-rupture propagation has often been observed in the large strike-slip earthquake (e.g. Mw 7.8 2001 Kunlun, Tibet and Mw 7.9 2002 Denali, Alaska earthquakes), such limitations of finite-fault modeling has prevented us to discuss a relationship between supershear rupture and the fault geometry.

Here we present a kinematic rupture model for the intraplate, Mw 7.5 2018 Palu, Indonesia, earthquake. The 2018 Palu earthquake occurred along the strike-slip Palu-Koro fault zone, which is located around the triple junction of the Australia, Eurasia, and Philippines sea plates. The trace of the surface rupture of the 2018 Palu earthquake, mapped by the Interferometric Synthetic Aperture Rader (InSAR), shows the geometric complexity around the epicenter and south of the Palu bay. We inverted the teleseismic waveforms to resolve both the spatiotemporal evolution of shear slip and the variation of fault geometry by representing slip with five-basis potency-density tensors, without forcing a shear plane to be consistent with a pre-fixed model plane. A possibility of supershear rupture was taken into account by resolving slip in a wide parametric-model space with longer duration of slip-rate function and faster maximum rupture velocity.

The resultant model showed that a rupture front persistently propagated at a high speed (~5 km/s) that exceeds the local shear wave velocity throughout 200-km long within 40 s, but also showed the transient deceleration and acceleration of slip migration, which can be seen as an inchworm walking. The transient deceleration and acceleration of the slip migration was resolved in the area where the strike angle was rotated from the reference-model strike (358°), which also coincides with the geometric discontinuity of the surface rupture resolved by the InSAR analyses. We will then discuss possible roles of geometric discontinuity that develops inchworm-like slip evolution and damaged fault zone that enables long-lived supershear rupture propagation, which may be characteristic factors that control diverse rupture process of the intraplate earthquake.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：プレート内地震、波形インバージョン、断層形状、Supershear rupture、震源過程
Keywords: Intraplate earthquake, Waveform inversion, Fault geometry, Supershear rupture, source rupture process

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Aftershocks of the NEXT Cascadia Intraslab Earthquake

*Paul Bodin[1,2]

1. University of Washington Seattle, 2. Pacific Northwest Seismic Network

In 1949, 1965, and 2001 damaging (M6.5-M6.8) deep (~60 km) earthquakes ruptured faults within the Juan de Fuca slab beneath the Puget Sound region of the Cascadia subduction zone in the Pacific Northwest of the U.S.. Each had only a few and very small (approximately M<4) aftershocks. Immediately after the *next* such damaging intraslab earthquake shall we tell the public and first responders that there will likely be no damaging aftershocks? While this low likelihood of aftershocks seems probable based on the historical record, there is no compelling well-agreed-upon physical reason to expect this behavior. For example, recent deep intraslab earthquakes in Japan, Alaska, and Mexico have been followed by strong aftershock sequences. Is the lack of aftershocks following Cascadian intraslab earthquakes unique or extreme? And is it expected and explainable? Possible explanations for regulating the production rate of aftershocks include physical environmental characteristics such as pressure and temperature, geological differences like rock types and faulting geometry, dynamic frictional factors like slip rates, afterslip, and stress drop, and possible roles of fluids. We survey aftershock occurrence following recent smaller Cascadian intraslab earthquakes and following recent large intraslab earthquakes in a number of subduction zones and attempt to classify and distinguish between hypotheses for the lack of Cascadian deep earthquake aftershocks. Is this another possibly unique feature of Cascadia, like the nearly complete lack of instrumentally observed interface earthquakes of any size?

Keywords: intraslab, aftershock, Cascadia, intraplate

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_14

[S-CG50] Intraslab and intraplate earthquakes

コンビーナ:北 佐枝子(建築研究所)、大内 智博(愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)、Marcel Thielmann(Bavarian Geoinstitute, University of Bayreuth)、奥脇 亮(産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門)

The purpose of this session is to share recent advances of geo-scientifical studies for intraslab and shallow-depth intraplate earthquakes. We seek to formulate future directions of the interdisciplinary study of the occurrence of intermediate-depth and deep earthquakes from the viewpoint of seismology, geodynamics and mineral physics. We welcome presentations from a wide variety of scientific disciplines, including seismology, seismotectonics, geodynamics, mineral and rock physics, other geophysics, geology, and numerical modeling.

[SCG50-P01] 紀伊半島下フィリピン海スラブ内におけるスロースリップ発生前後の地震活動度、応力場、およびb値の変化

*北 佐枝子[1]、Heidi Houston[2]、田中 佐千子[3]、浅野 陽一[3]、澁谷 拓郎[4]、須田 直樹[5] (1.建築研究所、2.南カリフォルニア大学、3.防災科学技術研究所、4.京都大学防災研究所、5.広島大学)

[SCG50-P02] **Inhomogeneous conduit across slab controlled by intraslab stress heterogeneity in the Nankai subduction zone**

*大坪 誠[1]、宮川 歩夢[2]、片山 郁夫[3]、岡崎 啓史[4] (1.産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門、2.産業技術総合研究所　地質情報研究部門、3.広島大学大学院理学研究科、4.海洋研究開発機構　高知コア研究所)

[SCG50-P03] New insights into the mechanism of deep-focus earthquakes

*土山 絢子[1]、中島 淳一[1] (1.東京工業大学)

[SCG50-P04] Faulting in deforming harzburgite under wet conditions

*大内 智博[1]、雷 興林[2]、肥後 祐司[3]、丹下 慶範[3]、境 毅[1] (1.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、2.産業技術総合研究所、3.高輝度光科学研究センター)

[SCG50-P05] Semi-brittle behavior of olivine single crystals under the conditions of Earth’s mantle transition zone

鳴瀬 善久[1]、*大内 智博[1] (1.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)

[SCG50-P06] High-pressure deformation experiments on peridotite gouges under hydrothermal conditions, using a deformation-DIA apparatus

*仙場 真紀[1]、平内 健一[1]、大内 智博[2]、道林 克禎[3] (1.静岡大学理学部地球科学科、2.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、3.名古屋大学大学院環境学研究科地球環境科学専攻地質・地球生物学講座岩石鉱物学研究室)

[SCG50-P07] Stable fault slip in antigorite-olivine aggregates at high pressures

池原 舞[1]、*久保 友明[1]、岩里 拓弥[2]、肥後 祐司[3]、今村 公裕[1]、丹下 慶範[3] (1.九州大学、2.新日本非破壊検査(株)、3.JASRI)

[SCG50-P08] Rheology and frictional instability of lawsonite in high pressure deformation experiments

*白石 令[1]、武藤 潤[1]、角田 明博[2]、澤 燦道[1]、鈴木 昭夫[1] (1.東北大学理学研究科地学専攻、2.東京大学地震研究所)

[SCG50-P09] Grain Size Dependency of Olivine-Spinel Phase Transformational Mechanism Responsible for Deep-focus Earthquakes

*澤 燦道[1]、武藤 潤[1]、宮島 延吉[2]、長濱 裕幸[1] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻地圏進化学講座、2.バイロイト大学バイエルン地球科学研究所)

[SCG50-P10] **Seismicity and mineral destabilizations in the subducting mantle up to 6 GPa, 200 km depth**

*Thomas P. Ferrand[1] (1.Earthquake Research Institute)

[SCG50-P11] Receiver function imaging of subducting Pacific plate and mantle wedge under Japanese islands using denser network of stations

*Kim HyeJeong[1]、Kawakatsu Hitoshi[1]、Akuhara Takeshi[1]、Shinohara Masanao[1] (1.Earthquake Research Institute, The University of Tokyo)

[SCG50-P12] Strong S-wave attenuation in the mantle wedge beneath the NE Japan and interpretations of high-frequency wave propagation path of intraslab earthquakes

*椎名 高裕[1,2]、勝俣 啓[2]、蓬田 清[3]、加藤 愛太郎[1] (1.東京大学地震研究所、2.北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター、3.北海道大学大学院理学研究院)

紀伊半島下フィリピン海スラブ内におけるスロースリップ発生前後の地震活動度、応力場、およびb値の変化
Changes in seismicity rate, stress orientations, and b-values before and after ETS events in the Philippine sea plate under Kii Peninsula

*北 佐枝子[1]、Heidi Houston[2]、田中 佐千子[3]、浅野 陽一[3]、澁谷 拓郎[4]、須田 直樹[5]
*Saeko Kita[1], Heidi Houston[2], Sachiko Tanaka[3], Youichi Asano[3], Takuo Shibutani[4], Naoki Suda[5]

1. 建築研究所、2. 南カリフォルニア大学、3. 防災科学技術研究所、4. 京都大学防災研究所、5. 広島大学
1. Building Research Institute, 2. USC, 3. NIED, 4. DPRI, Kyoto University, 5. Hiroshima University

The slip on the plate interface has the potential to affect the stress field and seismicity within the subducting slab. Several studies have examined the interaction of slow slip phenomena with intraslab earthquakes [Nankai and Tokai regions, Han et al. 2014; Mexico, Radiguet et al. 2018, 2018 JpGU meeting; New Zealand, 2018, Warren-Smith, 2018 AGU meeting]. Kita et al. [2018, SSJ meeting] reported the stress change in the whole slab associated with ETS times based on stress tensor inversion results. However, we find a clear double seismic zone under Kii Peninsula, as also noted in a previous study [e.g. Miyoshi and Ishibashi, 2004]. Therefore, we here examine seismicity rate variations, stress changes, and b-value variations of seismicity separately for the upper plane events and oceanic mantle ones relative to ETS timings beneath the Kii Peninsula. We use the JMA earthquake catalog, the NIED tremor catalog, the upper surface of the Philippine sea plate estimated by Shibutani and Hirahara [2016], P-wave polarity data by NIED, and a stress tensor inversion code [Vavrycuk, 2014].

We determined the timings of ~30 large ETS beneath the Kii Peninsula from 2001 to 2017, and categorized slab seismicity relative to the occurrence times of nearby the ETS (i.e., 60 days before or after). We then combined or stacked the slab seismicity based on these relative occurrence times. The rate of seismicity both in the upper plane events and in the oceanic mantle ones after the ETS timings clearly decreased, compared to the rate before the ETS timings. The peaks of b-values of seismicity both in the upper plane events and oceanic mantle ones were found to occur 1.5 months before ETS. A change in stress orientations before and after the ETS was seen in the oceanic mantle, and a relatively small change was seen for the upper plane events. The stress change in the upper plane events appears to be larger in the region updip of the ETS zone. The results of our study suggest that the aseismic slip on the plate boundary may affect the stress field and the occurrence of seismicity within the subducting slab beneath the Kii Peninsula. Fluid migration from the oceanic slab into the ETS zone on the plate boundary could be related to the interaction of slow slip phenomena with intraslab earthquakes.

キーワード：スラブ内地震、ETS、応力変化、b値、時間変化、紀伊半島
Keywords: Intraslab earthquake, ETS, stress change, b-value, time change, Kii peninsula

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Inhomogeneous conduit across slab controlled by intraslab stress heterogeneity in the Nankai subduction zone

*大坪 誠[1]、宮川 歩夢[2]、片山 郁夫[3]、岡崎 啓史[4]
*Makoto Otsubo[1], Ayumu Miyakawa[2], Ikuo Katayama[3], Keishi Okazaki[4]

1. 産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門、2. 産業技術総合研究所　地質情報研究部門、3. 広島大学大学院理学研究科、4. 海洋研究開発機構　高知コア研究所
1. Geological Survey of Japan, Research Institute of Earthquake and Volcano Geology, 2. Geological Survey of Japan, Research Institute of Geology and Geoinformation, 3. Hiroshima University, 4. JAMSTEC

Non volcanic deep low-frequency tremors and slow slip events occur simultaneously in the transition zone from locked to continuously creeping fault at the down dip portion of the Nankai Trough subduction zone, southwestern Japan. The occurrence of these slow earthquakes is attributed to the effect of high pore pressures on the plate boundaries. The Nankai Trough subduction zone has a discontinuous band of occurrence of these slow earthquakes along the trench. Here we show that spatial variation of intraslab stress can control fluid migration through the subducted Philippine Sea slab to the plate boundary. The tri-axial normal faulting stress detected by the stress tensor inversion by using focal mechanisms in the slab controls anisotropies of permeability trending NNW–SSE sub-horizontal orientation from the subducted Philippine Sea slab to the plate boundary. The inhomogeneous condition controlled by the spatial stress heterogeneities in the subducted Philippine Sea slab represents the intraslab fluid pathway. The hypothesis is consistent with spatial heterogeneity of slow earthquake activities and $^{3}He/^{4}He$ ratio distributions.

キーワード：流体、南海トラフ、スラブ、スロー地震、応力
Keywords: Fluid, Nankai Trough, Slab, Slow earthquake, Stress

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

New insights into the mechanism of deep-focus earthquakes

*土山 絢子[1]、中島 淳一[1]
*Ayako Tsuchiyama[1], Junichi Nakajima[1]

1. 東京工業大学
1. Tokyo Institute of Technology

Generally, deep-focus earthquakes were generated in subducting slabs and occurred along some specific regions such as Izu-Bonin zone and Tonga-Fiji zone. We have not identified their occurrence mechanisms, even though some plausible hypotheses, dehydration embrittlement, thermal and shear plastic instability, and transformational faulting, were proposed. In this study, we try to obtain new constraints that deepen the understanding of deep-focus earthquakes through waveform analysis of earthquakes in the Izu-Bonin subduction zone.

First, we picked up 460 quakes at a depth range of 300-400 km in 2003-2015 beneath Tokai area from the catalog data provided by Japan Meteorological Agency, and relocated them with double-difference earthquake relocation algorithm (hypoDD; Waldhauser and Ellsworth, 2000). Second, we computed their coherence values between all available pairs of earthquakes with cross-spectrum analysis. Then, we were successful to identify a few earthquake clusters that had a very high coherence value over 0.9 in a long time window of 40 s including P and S waves. Moreover, we relocated these earthquakes with hypoDD again by using precisely-determined differential travel-time data derived from waveform data. As a result, we could find that earthquakes in each cluster occurred on single fault plane with complementary rapture areas.

Additionally, we implemented moment tensor inversion (Gephart and Forsyth, 1984) and estimated the stress field around the region where we discovered a few clusters showing waveform similarities. Moreover, we computed the amount of stress drop of the similar earthquakes with spectrum analysis of seismic wave. Through these waveform analyses, we interpreted that the mechanism of these similar deep-focus earthquakes could be explained by combining two possible mechanisms; dehydration embrittlement that regulates the rupture initiation and thermal and shear plastic instability that controls the rupture propagation along a pre-existing fault.

キーワード：深発地震、スラブ内地震
Keywords: deep-focus earthquakes, intraslab earthquakes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Faulting in deforming harzburgite under wet conditions

*大内 智博[1]、雷 興林[2]、肥後 祐司[3]、丹下 慶範[3]、境 毅[1]
*Tomohiro Ohuchi[1], Xinglin Lei[2], Yuji Higo[3], Yoshinori Tange[3], Takeshi Sakai[1]

1. 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、2. 産業技術総合研究所、3. 高輝度光科学研究センター
1. Geodynamics Research Center, Ehime University, 2. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3. Japan Synchrotron Radiation Research Institute

The subduction zone produces a major fraction of the Earth’s seismic activity. The mechanisms of intermediate-depth (> 40 km depth) and deep-focus (> 300 km) earthquakes are fundamentally different from those of shallow (< 40 km) earthquakes. This is because the frictional strength of silicate rocks exceeds the upper limit of the stress level in the upper mantle (< 300 MPa: Obata and Karato, 1995) at pressures higher than 1 GPa (~30 km depth). Therefore, the cause of intraslab seismicity at intermediate depths has been attributed to dehydration of serpentinite (e.g., Peakock, 2001) because the water released during dehydration reaction of serpentinite reduces the effective confining pressure. The dehydration embrittlement model is now widely accepted, because the location of the double seismic zone in the subducting Pacific slab corresponds to the main dehydration field in the pressure-temperature diagram of the hydrous peridotite (Omori et al., 2002).

To evaluate the effect of water on semi-brittle behavior of harzburgite, we conducted in-situ uniaxial deformation experiments on as-is/water-saturated harzburgite at pressures 1.2-3.0 GPa and temperatures 770-1250 K with a constant displacement rate using a deformation-DIA apparatus. Pressure, stress, and strain were measured in situ by using x-ray diffraction patterns and radiographs. Acoustic emissions (AEs) were also recorded continuously on six sensors, and three-dimensional AE source location were determined.

Formation of throughgoing faults was observed even when differential stress is much lower than the confining pressure (i.e., > 0.3 times of confining pressure) in water-saturated harzburgite. This is contrast to the case of water-saturated dunite (Ohuchi et al., 2018), in which fracture strength exceeds the confining pressure (i.e., Goetze’s criterion). Creep strength of water-saturated harzburgite was lower than that of as-is harzburgite (~0.5-1 GPa at each temperature). Weakening of the harzburgite by the aqueous fluid resulted in the reduction in the number of AE events and decrease in fault slip rate (< 3.6E-4 s^{-1} at a stress of < 1.05 GPa). Stress/pressure drop around the timing of a faulting was limited at strains of 1E-4 s^{-1}. The aseismic faulting observed in the water-saturated harzburgite implies that silent slip events around the subduction interface is due to semi-brittle flow of water-saturated harzburgite (i.e., a dehydration product of antigorite).

キーワード：ハルツバーガイト、水、半脆性流動
Keywords: harzburgite, water, semi-brittle flow

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Semi-brittle behavior of olivine single crystals under the conditions of Earth’s mantle transition zone

鳴瀬 善久[1]、*大内 智博[1]
Yoshihisa Naruse[1], *Tomohiro Ohuchi[1]

1. 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター
1. Geodynamics Research Center, Ehime University

The origin of deep-focus earthquakes, which occur at depths of 300-700km in the subducting slabs, fundamentally differs from that of other earthquakes and has been attributed to the pressure-induced phase transition in olivine. Previous studies on Mg_2GeO_4 olivine have shown that grain size reduction induced by the phase transition in olivine causes shear localization (e.g., Burnley et al., 1991; Schubnel et al., 2013). Schubnel et al. (2013) reported intense acoustic emissions around the timing of a faulting which would be induced by shear localization in polycrystalline Mg_2GeO_4 olivine. In order to understand the relationship between fracturing and the phase transition in olivine, we conducted deformation experiments on single crystals of San Carlos olivine (Fo_{91}) at pressure of 10-15 GPa and temperatures of 1000-1100 degC using a deformation-DIA apparatus. Single crystal of olivine was chosen to exclude the effect of grain boundaries on nucleation of high-pressure phases of olivine (i.e., wadsleyite and ringwoodite).

Array of microcrack parallel to either (100), (010) or (110) plane was developed at an ~50 degree to the direction of uniaxial compression. Rotation of olivine axes associating the formation of subgrain boundaries was observed around the microcrack arrays, showing that plastic deformation of the olivine single crystal inevitably associated formation of the microcracks. In most samples, microcracks coalesced and then a few throughgoing fractures were developed. Particles of wadsleyite /ringwoodite having a diameter of a few micrometer or less were preferentially nucleated on the microcrack surfaces. Ultrafine-grained domains, which consist of the wadsleyite /ringwoodite particles, were formed along the throughgoing fractures. Development of a banded ultrafine-grained domain was also observed along a throughgoing fracture, implying that shear localization could occur as a result of semi-brittle flow of olivine and a transition from dislocation creep to grain-size-sensitive creep in subducting slabs at depths > 410 km.

キーワード：カンラン石、相転移、半脆性流動、マイクロクラック、深発地震
Keywords: olivine, phase transition, semi-brittle flow, microcrack, deep-focus earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

High-pressure deformation experiments on peridotite gouges under hydrothermal conditions, using a deformation-DIA apparatus

*仙場 真紀[1]、平内 健一[1]、大内 智博[2]、道林 克禎[3]
*Maki Semba[1], Ken-ichi Hirauchi[1], Tomohiro Ohuchi[2], Katsuyoshi Michibayashi[3]

1. 静岡大学理学部地球科学科、2. 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、3. 名古屋大学大学院環境学研究科地球環境科学専攻地質・地球生物学講座岩石鉱物学研究室
1. Department of Geosciences, Faculty of Science, Shizuoka University, 2. Geodynamics Research Center, Ehime University, 3. Department of Earth and Planetary Sciences, Nagoya university

In subducting oceanic plates, the focal depth of intraslab earthquakes is deeper (>40 km) than that of interplate earthquakes. Since the normal stress on faults (e.g., outer-rise faults) hosting the intraslab earthquakes is too high to generate brittle shear failure, there may be some mechanisms to weaken effective fault strength. In addition, the hypocenter distribution of intraslab earthquakes forms double-planed structure of the deep seismic zone, and the location of the lower plane is in accord with the stability limit of serpentine (antigorite), suggesting shear deformation of antigorite-bearing peridotite gouges in the presence of hydrothermal water. Here, in order to understand the influence of hydrous minerals on the fault strength, we performed deformation experiments on simulated peridotite gouges with compositions of dunite (100% olivine) and harzburgite (70% olivine/30% orthopyroxene) under hydrothermal conditions, using a deformation-DIA apparatus. The experiments were conducted at a temperature of 580˚C, a confining pressure of 2.5 GPa, and shear strain rates of 2.70 $\times 10^{-5}$ to 1.03 $\times 10^{-4}$ s^{-1}. In the deformed peridotite gouges, localized shear zones such as R_1 and B shears were observed, and these shears were accompanied with newly formed hydrous phases (serpentine or talc). Olivine grains have a crystal preferred orientation characterized by a slip system of [001] (010). These results indicate that semi-brittle flow is a major deformation mechanism of the peridotite gouges. Considering low coefficients of friction of serpentine and talc, we can suggest that the infiltration of seawater along outer-rise fault planes and subsequent hydrothermal alteration result in effective shear strengths low enough to produce intraslab earthquakes.

キーワード：変形DIA装置、かんらん岩、蛇紋岩化作用、摩擦強度
Keywords: deformation-DIA apparatus, peridotite, serpentinization, frictional strength

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Stable fault slip in antigorite-olivine aggregates at high pressures

池原 舞[1]、*久保 友明[1]、岩里 拓弥[2]、肥後 祐司[3]、今村 公裕[1]、丹下 慶範[3]
Mai Ikehara[1], *Tomoaki Kubo[1], Takuya Iwasato[2], Yuji Higo[3], Masahiro Imamura[1], Yoshinori Tange[3]

1. 九州大学、2. 新日本非破壊検査(株)、3. JASRI
1. Kyushu University, 2. Shin-Nippon Nondestructive Inspection Co., Ltd., 3. JASRI

Intermediate-depth earthquakes are observed to occur within subducting oceanic plates at depths of about 60-300 km where most materials exhibit plastic deformation rather than brittle failure, owing to high pressures and temperatures. Dehydration embrittlement of hydrous minerals, particularly antigorite serpentine, is one of the most popular hypotheses for explaining shear instability under such conditions (e.g., Raleigh and Paterson, 1965). Recent high-pressure deformation experiments, monitoring Acoustic Emission (AE) activities upon syndeformational antigorite dehydration, showed that dehydration embrittlement was not observed on single-phase antigorite (Gasc et al., 2017), whereas dehydration related faulting was formed on antigorite-olivine aggregates with strong AEs (Ferrand et al., 2017). However, most of the previous high-pressure studies have been conducted in axial compression at relatively low pressures (< 3.5 GPa), insufficient to consider intermediate-depth earthquakes. Therefore, in this study, we conducted high-pressure shear deformation experiments on two-phase aggregates of antigorite and olivine, considering partially serpentinized peridotites, in order to investigate possible shear localization and shear instability up to 7 GPa.

Deformation experiments were conducted at 5-7 GPa, 350-700 ℃ using Deformation-DIA apparatuses at SPring-8 (BL04B1). Monochromatic X-rays (50-60 keV) were used to measure dehydration kinetics, shear strain and stress with recording AEs. We used three kinds of starting materials; natural cored antigorite from Kawarakoba in Nagasaki prefecture, forsterite polycrystal, and two-phase sintered mixtures of antigorite and San Carlos olivine (antigorite 10, 30, 50 vol %). The samples were cut into disks having thickness of 300 μm and used for a shear deformation study by being assembled between two 45˚-cut alumina pistons. In shear deformation experiments, the starting disk was compressed to 5 or 7 GPa at room temperature, annealed at 350 or 400 ℃ for 1 h, and then deformed with an anvil displacement rate of 200 μm/h. In some experiments, we increased temperature during shear deformation with a ramping rate of 0.1 ℃/sec to induce dehydration reaction. Microstructures of the recovered samples were examined by an optical microscope and a scanning electron microscope (SEM).

From X-ray radiography images, we observed shear localization in all two-phase samples deformed within the antigorite stability field at 5 GPa. The locallization occurred when homogeneous shear strain γ reached 0.4-0.9 (strain rate 1.3-2.2 $\times 10^{-4}$/s), and then most strains were partitioned to the fault zone with the slip velocity of 4.6-9.1 $\times 10^{-2}$ μm/s. Because no AEs were detected from the sample region, the localized deformation is thought to occur by stable sliding. SEM observations revealed that a thin shear deformation zone was formed along the fault, where the plastic deformation of both antigorite and olivine was significant. Striation and nanograins were observed on the fault plane, suggesting the formation of nanogouge. In contrast, homogeneous deformation was developed during antigorite dehydration with temperature ramping, even in the sample showing shear localization in the antigorite stability field. Under higher pressure condition 7 GPa, shear localization did not occur in all samples regardless of temperature. These results suggest that, although AE activities were detected with the dehydration in the antigorite-olivine aggregates up to 3.5 GPa in the previous study, further increase of pressure inhibits shear instability and shear localization. Thus, other dehydration reactions and/or instability mechanisms are required to explain intermediate-depth earthquakes deeper than ~100 km.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Rheology and frictional instability of lawsonite in high pressure deformation experiments

*白石 令[1]、武藤 潤[1]、角田 明博[2]、澤 燦道[1]、鈴木 昭夫[1]
*Rei Shiraishi[1], Jun Muto[1], Akihiro Tsunoda[2], Sando Sawa[1], Akio Suzuki[1]

1. 東北大学理学研究科地学専攻、2. 東京大学地震研究所
1. Department of Earth Science, Graduate School of Science, Tohoku University, 2. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

The cause of intermediate-depth earthquakes (50-300 km) in subducting slabs have been proposed to be the dehydration embrittlement (e.g., Raleigh and Paterson, 1965), because there are many kinds of hydrous minerals in a subducting slab and hypocenter distribution coincides with the dehydration boundary determined by high pressure experiments (e.g., Hacker et al., 2003). Many experimental studies on antigorite have been conducted, but a few previous works about dehydration embrittlement of lawsonite-bearing rocks experimentally. Lawsonite, $CaAl_2Si_2O_7(OH)_2H_2O$, is a hydrous mineral which contains 11 wt% water in its structure as both water molecules and a hydroxy group (Cmodi and Zanazzi, 1996). Lawsonite is one of the candidate for dehydration embrittlement in cold subducting slabs, however previous works have apparently contradictory results. Okazaki and Hirth (2016) showed that lawsonite dehydration induced unstable fault slip based on deformation experiments of pure lawsonite using Griggs-type deformation apparatus at 1 GPa. On the other hand, Incel et al. (2017) also investigated deformation properties of lawsonite and glaucophane mixture at 1.5 to 3.0 GPa using deformation-DIA apparatus. They insisted that there is no evidence for a straightforward relation to the dehydration of lawsonite and the brittle failure of samples. So, we have conducted the deformation experiments of lawsonite under the cold slab conditions in order to clarify the deformation property of lawsonite and understand the relationship between dehydration and brittle failure.

Experiments were carried out using Deformation-Cubic Anvil Press (D-CAP) installed at KEK PF AR-NE7A beamline. Pure lawsonite powder (98%) was used as starting materials. Deformation experiments were carried out at a pressure of 6 GPa and temperatures of 300 - 800 ˚C. The temperature was increased at the same time as deformation started. The temperature ramping rate over the strain rate was set the ranges for the real subducting slab, which ranges from 10^2 to 10^4 ˚C (Chernak and Hirth, 2011; Okazaki and Hirth, 2016). During deformation stages, strain, stress and transformation rate were measured for in-situ using a monochromatic X-ray beam with an energy of 60 keV.

Four experiments showed rapid stress drop during temperature ramping before lawsonite dehydration starts. We observed microstructure of recovered samples, there are many through going faults and microcracks but no dehydration products. Our results indicate that brittle process and frictional sliding occur without dehydration of lawsonite. This suggests that the intermediate-depth earthquakes can be caused by the deformation itself of lawsonite without the dehydration of lawsonite.

キーワード：稍深発地震、脱水脆性、ローソナイト
Keywords: intermediate-depth earthquakes, dehydration embrittlement, Lawsonite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Grain Size Dependency of Olivine-Spinel Phase Transformational Mechanism Responsible for Deep-focus Earthquakes

*澤 燦道[1]、武藤 潤[1]、宮島 延吉[2]、長濱 裕幸[1]
*Sando Sawa[1], Jun Muto[1], Nobuyoshi Miyajima[2], Hiroyuki Nagahama[1]

1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻地圏進化学講座、2. バイロイト大学バイエルン地球科学研究所
1. Department of Earth Science, Tohoku University, 2. Bayerisches Geoinstitut, University of Bayreuth

Deep-focus earthquakes occur at the depth from 440 km to 660 km in the subducting slab. The mechanism responsible for the earthquakes is thought to be different from that of shallow earthquakes, so that previous studies have reported the various mechanisms. By the geophysical observations and deformation experiments, the phase transformational faulting mechanism is presumed as the precursor of deep-focus earthquakes (e.g., Zhan et al., 2014). The phase transformational faulting mechanism is that metastable olivine in the slab undergoes the phase transformation to fine-grained spinel and faulting occurs with strain localization into the fine-grained spinel. This shear instability depends on grain size. Furthermore, the grain size may restrict the pressure- and temperature-conditions where the shear instability occurs, that is, the region of slab where deep-focus earthquakes occur. However, previous studies have conducted deformation experiments with finer grain size than expected in the slab (e.g., Burnley et al., 1991). Hence, the results from the laboratory experiments cannot directly apply to the geophysical observation. In this study, to reveal the grain size dependency on the phase transformational faulting, we conducted the deformation experiments of germanate olivine (about 3 μm), which is an analogue material of silicate olivine, finer-grained than that in previous studies (30 μm). We used a Griggs-type solid-confining media deformation apparatus. The confining pressure, temperature and strain rate are 1.2 GPa, 400~900 ℃ and 2.0×10^{-4} s^{-1}, respectively. Even though deformation experiments were conducted under wider temperature conditions than previous studies, we did not observe any shear instability event with apparent stress drops. Also, Raman spectroscopy clarified that the germanate olivine underwent the transformation to spinel at temperatures higher than 500 ℃. Shear instability does not occur because the difference in grain sizes between olivine and nucleated spinel in this study was smaller than those in previous studies. Also, the transformation temperature in this study was much lower than those in previous study (T > 1000 ℃ in Burnley et al., 1991). Considering the rate equation of the transformation (Chan, 1956), small grain size promotes the transformation, but these fast rates of the transformation cannot be explained only by the effect of the grain size. Therefore, the presence of water such as absorbed water in a starting material can also contribute to promote the transformation. Hence, both small initial grain size and a little amount of water promote the transformation even at lower temperature. These results indicate that the phase transformational faulting mechanism has strong grain size dependency. In summary, the pressure- and temperature-conditions where the faulting occurs depends on the grain size of olivine and amount of water. Because the grain size in the slab is larger than that in the experiments, by extrapolating from these results, we may restrict the region of slab where deep-focus earthquakes occur.

This work was supported by the JSPS Japanese-German Graduate Externship.

[Reference]
Burnley et al. (1991), JGR, vol 96, 425-443.
Chan (1956), Acta Metallurgica, vol 4, 449-459.
Zhan et al. (2014), EPSL, vol 385, 89-96.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：深発地震、Griggs型固体圧変形試験機、相転移
Keywords: Deep-focus earthquakes, Griggs type piston-cylinder apparatus, phase transformation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Seismicity and mineral destabilizations in the subducting mantle up to 6 GPa, 200 km depth

*Thomas P. Ferrand[1]

1. Earthquake Research Institute

In the subducting oceanic lithosphere, a significant part of the seismicity is triggered in the mantle, especially along the upper and lower Wadati-Benioff planes. Several studies have investigated the potential involvement of dehydration reactions in the triggering mechanism of mantle earthquakes. Recent experimental results reveal that, under subduction conditions, mechanical instabilities nucleate in strong stable mineral aggregates during the destabilization of minor amounts of antigorite, i.e. the high-temperature serpentine, through a stress transfer, without any fluid overpressure. Here I confront these laboratory results to seismological observations. On one hand, most of the natural hydrous magnesium silicates seem to be known, with experimentally-deduced stability limits up to 7 GPa, at least, available as relatively accurate estimates. On the other hand, recent achievements in thermal structure of subduction zones combined with precise hypocentre relocation give access to pressure and temperature conditions at earthquakes hypocentres. A series of P-T diagrams summarizes the stability limit of minerals that may be part of natural peridotite with variable compositions at pressures from 0.5 to 6 GPa and temperatures from 200 to 950˚C, and compares it with seismicity. Both hydrous and anhydrous phases are considered. A myriad of minor metamorphic reactions could participate in a transformation-driven stress transfer, even if the stability limits of serpentine minerals seem to correlate with most of the observed seismicity.

Keywords: earthquakes, intraslab, DDST, dehydration, transformation, subduction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Receiver function imaging of subducting Pacific plate and mantle wedge under Japanese islands using denser network of stations

Receiver function imaging of subducting Pacific plate and mantle wedge under Japanese islands using denser network of stations

*Kim HyeJeong[1]、Kawakatsu Hitoshi[1]、Akuhara Takeshi[1]、Shinohara Masanao[1]
*HyeJeong Kim[1], Hitoshi Kawakatsu[1], Takeshi Akuhara[1], Masanao Shinohara[1]

1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo
1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

Receiver function imaging has been frequently used by different groups focusing on different depths of the Japanese subduction zone. The overlying crust (Shiomi and Park, 2008, Bianchi et al, 2015), the Pacific plate before (Kawakatsu et al., 2009) and after subduction (Kawakatsu and Watada, 2007; Wirth and Long, 2012), and the mantle transition zones (Kawakatsu and Yoshioka, 2011; Tauzin et al., 2018) were discussed using the NIED array stations (Hi-net and F-net). Recently, deployment of ocean bottom seismometers (OBSs) enabled studies of subduction zones closer to the trench (e.g., Akuhara and Mochizuki, 2015). Kawakatsu and Kim (2018, SSJ) have obtained a new version of receiver function imaging using 14-year long of Hi-net data. However, there are other land stations (e.g., J-array) that can improve the station coverage. Here, we collect data from available on-land stations deployed in north-eastern Japan to obtain a denser 2-D array of stations. Additionally, data from temporary OBS stations (Shinohara et al. 2012) are gathered to image the subducted Pacific plate in shallower depths than previously available. Continuous imaging from ocean to land will help to constrain transition of the hydrated oceanic crust along subduction that is expressed as a low velocity layer for better understanding of the hydration/dehydration processes during subduction, which might be related to the occurrence of subduction zone earthquakes.

キーワード：subduction zone、receiver function、ccp stacking
Keywords: subduction zone, receiver function, ccp stacking

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Strong S-wave attenuation in the mantle wedge beneath the NE Japan and interpretations of high-frequency wave propagation path of intraslab earthquakes

*椎名 高裕[1,2]、勝俣 啓[2]、蓬田 清[3]、加藤 愛太郎[1]
*Takahiro Shiina[1,2], Kei Katsumata[2], Kiyoshi Yomogida[3], Aitaro Kato[1]

1. 東京大学地震研究所、2. 北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター、3. 北海道大学大学院理学研究院
1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 2. Institute of Seismology and Volcanology, Graduate School of Science, Hokkaido University, 3. Graduate School of Science, Hokkaido University

For intraslab earthquakes at intermediate-depths in NE Japan, especially at greater than about 100-km depths, it has been often recorded that high-frequency waveform higher than 8 Hz show a remarkable delay of arrival compared with S wave which predominates in a low-frequency band. The magnitude of the delay is little in the forearc region, whereas it increases up to about 40 s in the backarc region. In this study, we investigate the details in the propagation processes of the high-frequency later phase observed for the intraslab earthquakes at the intermediate-depths. To constrain the source location of the high-frequency later phase, we employ the source-scanning algorithm (SSA) [Kao and Shan, 2004] with realistic velocity and attenuation structures, assuming that the high-frequency later phase is generated by the single scattering process. Namely, we estimate a scattering point by using mean-square amplitudes which is synthesized from two horizontal components of the observed waveforms.
Results in frequency bands of 4-32 Hz show that scattering points are distributed beneath the forearc region. The scattering points can reproduce the observed delays of amplitude amplifications associating with the high-frequency later phases. Moreover, similar locations of the scattering points are imaged along the forearc region in the entire NE Japan. These results indicate that high-frequency later phase is a wave scattered at the forearc region and that short wave-length heterogeneity generally developed in the forearc region of NE Japan.
This interpretation well matches implications from previous studies [e.g., Yomogida et al., 2004; Hasemi and Horiuchi, 2010]. Additionally, the obtained distributions of scattering points which appear to surround the highly attenuating mantle wedge suggest that attenuation structure strongly controls propagation paths of seismic wave, in particular, a high-frequency wave. In other words, the identifications of high-frequency later phase may become easy because the amplitude of direct wave crossing the high-attenuation zone decreases. To confirm this consideration, we estimate *Qs* along the direct wave by using the coda-normalization method [e.g., Aki, 1980]. This estimation provides 2-3 times smaller path-averaged *Qs* in seismic records of which rays lay on the backarc and the volcanic front than that of which rays lay on the forearc region. These results support that spatial variation in *QS* produces heterogenous propagations of seismic waves emitted from intraslab earthquakes. It is thus required to take scattering and attenuation structures simultaneously into account to understand complex behaviors of high-frequency waves in a future study.

キーワード：S-wave attenuation、Intraslab earthquakes、High-frequency later phase、Scattered wave
Keywords: S-wave attenuation, Intraslab earthquakes, High-frequency later phase, Scattered wave

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_26

[S-CG50] Intraslab and intraplate earthquakes

コンビーナ:北 佐枝子(建築研究所)、大内 智博(愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)、Marcel Thielmann(Bavarian Geoinstitute, University of Bayreuth)、奥脇 亮(産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門)

The purpose of this session is to share recent advances of geo-scientifical studies for intraslab and shallow-depth intraplate earthquakes. We seek to formulate future directions of the interdisciplinary study of the occurrence of intermediate-depth and deep earthquakes from the viewpoint of seismology, geodynamics and mineral physics. We welcome presentations from a wide variety of scientific disciplines, including seismology, seismotectonics, geodynamics, mineral and rock physics, other geophysics, geology, and numerical modeling.

[SCG50-P01] 紀伊半島下フィリピン海スラブ内におけるスロースリップ発生前後の地震活動度、応力場、およびb値の変化

*北 佐枝子[1]、Heidi Houston[2]、田中 佐千子[3]、浅野 陽一[3]、澁谷 拓郎[4]、須田 直樹[5] (1.建築研究所、2.南カリフォルニア大学、3.防災科学技術研究所、4.京都大学防災研究所、5.広島大学)

[SCG50-P02] **Inhomogeneous conduit across slab controlled by intraslab stress heterogeneity in the Nankai subduction zone**

*大坪 誠[1]、宮川 歩夢[2]、片山 郁夫[3]、岡崎 啓史[4] (1.産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門、2.産業技術総合研究所　地質情報研究部門、3.広島大学大学院理学研究科、4.海洋研究開発機構　高知コア研究所)

[SCG50-P03] New insights into the mechanism of deep-focus earthquakes

*土山 絢子[1]、中島 淳一[1] (1.東京工業大学)

[SCG50-P04] Faulting in deforming harzburgite under wet conditions

*大内 智博[1]、雷 興林[2]、肥後 祐司[3]、丹下 慶範[3]、境 毅[1] (1.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、2.産業技術総合研究所、3.高輝度光科学研究センター)

[SCG50-P05] Semi-brittle behavior of olivine single crystals under the conditions of Earth’s mantle transition zone

鳴瀬 善久[1]、*大内 智博[1] (1.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)

[SCG50-P06] High-pressure deformation experiments on peridotite gouges under hydrothermal conditions, using a deformation-DIA apparatus

*仙場 真紀[1]、平内 健一[1]、大内 智博[2]、道林 克禎[3] (1.静岡大学理学部地球科学科、2.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、3.名古屋大学大学院環境学研究科地球環境科学専攻地質・地球生物学講座岩石鉱物学研究室)

[SCG50-P07] Stable fault slip in antigorite-olivine aggregates at high pressures

池原 舞[1]、*久保 友明[1]、岩里 拓弥[2]、肥後 祐司[3]、今村 公裕[1]、丹下 慶範[3] (1.九州大学、2.新日本非破壊検査(株)、3.JASRI)

[SCG50-P08] Rheology and frictional instability of lawsonite in high pressure deformation experiments

*白石 令[1]、武藤 潤[1]、角田 明博[2]、澤 燦道[1]、鈴木 昭夫[1] (1.東北大学理学研究科地学専攻、2.東京大学地震研究所)

[SCG50-P09] Grain Size Dependency of Olivine-Spinel Phase Transformational Mechanism Responsible for Deep-focus Earthquakes

*澤 燦道[1]、武藤 潤[1]、宮島 延吉[2]、長濱 裕幸[1] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻地圏進化学講座、2.バイロイト大学バイエルン地球科学研究所)

[SCG50-P10] **Seismicity and mineral destabilizations in the subducting mantle up to 6 GPa, 200 km depth**

*Thomas P. Ferrand[1] (1.Earthquake Research Institute)

[SCG50-P11] Receiver function imaging of subducting Pacific plate and mantle wedge under Japanese islands using denser network of stations

*Kim HyeJeong[1]、Kawakatsu Hitoshi[1]、Akuhara Takeshi[1]、Shinohara Masanao[1] (1.Earthquake Research Institute, The University of Tokyo)

[SCG50-P12] Strong S-wave attenuation in the mantle wedge beneath the NE Japan and interpretations of high-frequency wave propagation path of intraslab earthquakes

*椎名 高裕[1,2]、勝俣 啓[2]、蓬田 清[3]、加藤 愛太郎[1] (1.東京大学地震研究所、2.北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター、3.北海道大学大学院理学研究院)

紀伊半島下フィリピン海スラブ内におけるスロースリップ発生前後の地震活動度、応力場、およびb値の変化
Changes in seismicity rate, stress orientations, and b-values before and after ETS events in the Philippine sea plate under Kii Peninsula

*北 佐枝子[1]、Heidi Houston[2]、田中 佐千子[3]、浅野 陽一[3]、澁谷 拓郎[4]、須田 直樹[5]
*Saeko Kita[1], Heidi Houston[2], Sachiko Tanaka[3], Youichi Asano[3], Takuo Shibutani[4], Naoki Suda[5]

1. 建築研究所、2. 南カリフォルニア大学、3. 防災科学技術研究所、4. 京都大学防災研究所、5. 広島大学
1. Building Research Institute, 2. USC, 3. NIED, 4. DPRI, Kyoto University, 5. Hiroshima University

The slip on the plate interface has the potential to affect the stress field and seismicity within the subducting slab. Several studies have examined the interaction of slow slip phenomena with intraslab earthquakes [Nankai and Tokai regions, Han et al. 2014; Mexico, Radiguet et al. 2018, 2018 JpGU meeting; New Zealand, 2018, Warren-Smith, 2018 AGU meeting]. Kita et al. [2018, SSJ meeting] reported the stress change in the whole slab associated with ETS times based on stress tensor inversion results. However, we find a clear double seismic zone under Kii Peninsula, as also noted in a previous study [e.g. Miyoshi and Ishibashi, 2004]. Therefore, we here examine seismicity rate variations, stress changes, and b-value variations of seismicity separately for the upper plane events and oceanic mantle ones relative to ETS timings beneath the Kii Peninsula. We use the JMA earthquake catalog, the NIED tremor catalog, the upper surface of the Philippine sea plate estimated by Shibutani and Hirahara [2016], P-wave polarity data by NIED, and a stress tensor inversion code [Vavrycuk, 2014].

We determined the timings of ~30 large ETS beneath the Kii Peninsula from 2001 to 2017, and categorized slab seismicity relative to the occurrence times of nearby the ETS (i.e., 60 days before or after). We then combined or stacked the slab seismicity based on these relative occurrence times. The rate of seismicity both in the upper plane events and in the oceanic mantle ones after the ETS timings clearly decreased, compared to the rate before the ETS timings. The peaks of b-values of seismicity both in the upper plane events and oceanic mantle ones were found to occur 1.5 months before ETS. A change in stress orientations before and after the ETS was seen in the oceanic mantle, and a relatively small change was seen for the upper plane events. The stress change in the upper plane events appears to be larger in the region updip of the ETS zone. The results of our study suggest that the aseismic slip on the plate boundary may affect the stress field and the occurrence of seismicity within the subducting slab beneath the Kii Peninsula. Fluid migration from the oceanic slab into the ETS zone on the plate boundary could be related to the interaction of slow slip phenomena with intraslab earthquakes.

キーワード：スラブ内地震、ETS、応力変化、b値、時間変化、紀伊半島
Keywords: Intraslab earthquake, ETS, stress change, b-value, time change, Kii peninsula

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Inhomogeneous conduit across slab controlled by intraslab stress heterogeneity in the Nankai subduction zone

*大坪 誠[1]、宮川 歩夢[2]、片山 郁夫[3]、岡崎 啓史[4]
*Makoto Otsubo[1], Ayumu Miyakawa[2], Ikuo Katayama[3], Keishi Okazaki[4]

1. 産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門、2. 産業技術総合研究所　地質情報研究部門、3. 広島大学大学院理学研究科、4. 海洋研究開発機構　高知コア研究所
1. Geological Survey of Japan, Research Institute of Earthquake and Volcano Geology, 2. Geological Survey of Japan, Research Institute of Geology and Geoinformation, 3. Hiroshima University, 4. JAMSTEC

Non volcanic deep low-frequency tremors and slow slip events occur simultaneously in the transition zone from locked to continuously creeping fault at the down dip portion of the Nankai Trough subduction zone, southwestern Japan. The occurrence of these slow earthquakes is attributed to the effect of high pore pressures on the plate boundaries. The Nankai Trough subduction zone has a discontinuous band of occurrence of these slow earthquakes along the trench. Here we show that spatial variation of intraslab stress can control fluid migration through the subducted Philippine Sea slab to the plate boundary. The tri-axial normal faulting stress detected by the stress tensor inversion by using focal mechanisms in the slab controls anisotropies of permeability trending NNW–SSE sub-horizontal orientation from the subducted Philippine Sea slab to the plate boundary. The inhomogeneous condition controlled by the spatial stress heterogeneities in the subducted Philippine Sea slab represents the intraslab fluid pathway. The hypothesis is consistent with spatial heterogeneity of slow earthquake activities and $^{3}He/^{4}He$ ratio distributions.

キーワード：流体、南海トラフ、スラブ、スロー地震、応力
Keywords: Fluid, Nankai Trough, Slab, Slow earthquake, Stress

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

New insights into the mechanism of deep-focus earthquakes

*土山 絢子[1]、中島 淳一[1]
*Ayako Tsuchiyama[1], Junichi Nakajima[1]

1. 東京工業大学
1. Tokyo Institute of Technology

Generally, deep-focus earthquakes were generated in subducting slabs and occurred along some specific regions such as Izu-Bonin zone and Tonga-Fiji zone. We have not identified their occurrence mechanisms, even though some plausible hypotheses, dehydration embrittlement, thermal and shear plastic instability, and transformational faulting, were proposed. In this study, we try to obtain new constraints that deepen the understanding of deep-focus earthquakes through waveform analysis of earthquakes in the Izu-Bonin subduction zone.

First, we picked up 460 quakes at a depth range of 300-400 km in 2003-2015 beneath Tokai area from the catalog data provided by Japan Meteorological Agency, and relocated them with double-difference earthquake relocation algorithm (hypoDD; Waldhauser and Ellsworth, 2000). Second, we computed their coherence values between all available pairs of earthquakes with cross-spectrum analysis. Then, we were successful to identify a few earthquake clusters that had a very high coherence value over 0.9 in a long time window of 40 s including P and S waves. Moreover, we relocated these earthquakes with hypoDD again by using precisely-determined differential travel-time data derived from waveform data. As a result, we could find that earthquakes in each cluster occurred on single fault plane with complementary rapture areas.

Additionally, we implemented moment tensor inversion (Gephart and Forsyth, 1984) and estimated the stress field around the region where we discovered a few clusters showing waveform similarities. Moreover, we computed the amount of stress drop of the similar earthquakes with spectrum analysis of seismic wave. Through these waveform analyses, we interpreted that the mechanism of these similar deep-focus earthquakes could be explained by combining two possible mechanisms; dehydration embrittlement that regulates the rupture initiation and thermal and shear plastic instability that controls the rupture propagation along a pre-existing fault.

キーワード：深発地震、スラブ内地震
Keywords: deep-focus earthquakes, intraslab earthquakes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Faulting in deforming harzburgite under wet conditions

*大内 智博[1]、雷 興林[2]、肥後 祐司[3]、丹下 慶範[3]、境 毅[1]
*Tomohiro Ohuchi[1], Xinglin Lei[2], Yuji Higo[3], Yoshinori Tange[3], Takeshi Sakai[1]

1. 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、2. 産業技術総合研究所、3. 高輝度光科学研究センター
1. Geodynamics Research Center, Ehime University, 2. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3. Japan Synchrotron Radiation Research Institute

The subduction zone produces a major fraction of the Earth’s seismic activity. The mechanisms of intermediate-depth (> 40 km depth) and deep-focus (> 300 km) earthquakes are fundamentally different from those of shallow (< 40 km) earthquakes. This is because the frictional strength of silicate rocks exceeds the upper limit of the stress level in the upper mantle (< 300 MPa: Obata and Karato, 1995) at pressures higher than 1 GPa (~30 km depth). Therefore, the cause of intraslab seismicity at intermediate depths has been attributed to dehydration of serpentinite (e.g., Peakock, 2001) because the water released during dehydration reaction of serpentinite reduces the effective confining pressure. The dehydration embrittlement model is now widely accepted, because the location of the double seismic zone in the subducting Pacific slab corresponds to the main dehydration field in the pressure-temperature diagram of the hydrous peridotite (Omori et al., 2002).

To evaluate the effect of water on semi-brittle behavior of harzburgite, we conducted in-situ uniaxial deformation experiments on as-is/water-saturated harzburgite at pressures 1.2-3.0 GPa and temperatures 770-1250 K with a constant displacement rate using a deformation-DIA apparatus. Pressure, stress, and strain were measured in situ by using x-ray diffraction patterns and radiographs. Acoustic emissions (AEs) were also recorded continuously on six sensors, and three-dimensional AE source location were determined.

Formation of throughgoing faults was observed even when differential stress is much lower than the confining pressure (i.e., > 0.3 times of confining pressure) in water-saturated harzburgite. This is contrast to the case of water-saturated dunite (Ohuchi et al., 2018), in which fracture strength exceeds the confining pressure (i.e., Goetze’s criterion). Creep strength of water-saturated harzburgite was lower than that of as-is harzburgite (~0.5-1 GPa at each temperature). Weakening of the harzburgite by the aqueous fluid resulted in the reduction in the number of AE events and decrease in fault slip rate (< 3.6E-4 s^{-1} at a stress of < 1.05 GPa). Stress/pressure drop around the timing of a faulting was limited at strains of 1E-4 s^{-1}. The aseismic faulting observed in the water-saturated harzburgite implies that silent slip events around the subduction interface is due to semi-brittle flow of water-saturated harzburgite (i.e., a dehydration product of antigorite).

キーワード：ハルツバーガイト、水、半脆性流動
Keywords: harzburgite, water, semi-brittle flow

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Semi-brittle behavior of olivine single crystals under the conditions of Earth’s mantle transition zone

鳴瀬 善久[1]、*大内 智博[1]
Yoshihisa Naruse[1], *Tomohiro Ohuchi[1]

1. 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター
1. Geodynamics Research Center, Ehime University

The origin of deep-focus earthquakes, which occur at depths of 300-700km in the subducting slabs, fundamentally differs from that of other earthquakes and has been attributed to the pressure-induced phase transition in olivine. Previous studies on Mg_2GeO_4 olivine have shown that grain size reduction induced by the phase transition in olivine causes shear localization (e.g., Burnley et al., 1991; Schubnel et al., 2013). Schubnel et al. (2013) reported intense acoustic emissions around the timing of a faulting which would be induced by shear localization in polycrystalline Mg_2GeO_4 olivine. In order to understand the relationship between fracturing and the phase transition in olivine, we conducted deformation experiments on single crystals of San Carlos olivine (Fo_{91}) at pressure of 10-15 GPa and temperatures of 1000-1100 degC using a deformation-DIA apparatus. Single crystal of olivine was chosen to exclude the effect of grain boundaries on nucleation of high-pressure phases of olivine (i.e., wadsleyite and ringwoodite).

Array of microcrack parallel to either (100), (010) or (110) plane was developed at an ~50 degree to the direction of uniaxial compression. Rotation of olivine axes associating the formation of subgrain boundaries was observed around the microcrack arrays, showing that plastic deformation of the olivine single crystal inevitably associated formation of the microcracks. In most samples, microcracks coalesced and then a few throughgoing fractures were developed. Particles of wadsleyite /ringwoodite having a diameter of a few micrometer or less were preferentially nucleated on the microcrack surfaces. Ultrafine-grained domains, which consist of the wadsleyite /ringwoodite particles, were formed along the throughgoing fractures. Development of a banded ultrafine-grained domain was also observed along a throughgoing fracture, implying that shear localization could occur as a result of semi-brittle flow of olivine and a transition from dislocation creep to grain-size-sensitive creep in subducting slabs at depths > 410 km.

キーワード：カンラン石、相転移、半脆性流動、マイクロクラック、深発地震
Keywords: olivine, phase transition, semi-brittle flow, microcrack, deep-focus earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

High-pressure deformation experiments on peridotite gouges under hydrothermal conditions, using a deformation-DIA apparatus

*仙場 真紀[1]、平内 健一[1]、大内 智博[2]、道林 克禎[3]
*Maki Semba[1], Ken-ichi Hirauchi[1], Tomohiro Ohuchi[2], Katsuyoshi Michibayashi[3]

1. 静岡大学理学部地球科学科、2. 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、3. 名古屋大学大学院環境学研究科地球環境科学専攻地質・地球生物学講座岩石鉱物学研究室
1. Department of Geosciences, Faculty of Science, Shizuoka University, 2. Geodynamics Research Center, Ehime University, 3. Department of Earth and Planetary Sciences, Nagoya university

In subducting oceanic plates, the focal depth of intraslab earthquakes is deeper (>40 km) than that of interplate earthquakes. Since the normal stress on faults (e.g., outer-rise faults) hosting the intraslab earthquakes is too high to generate brittle shear failure, there may be some mechanisms to weaken effective fault strength. In addition, the hypocenter distribution of intraslab earthquakes forms double-planed structure of the deep seismic zone, and the location of the lower plane is in accord with the stability limit of serpentine (antigorite), suggesting shear deformation of antigorite-bearing peridotite gouges in the presence of hydrothermal water. Here, in order to understand the influence of hydrous minerals on the fault strength, we performed deformation experiments on simulated peridotite gouges with compositions of dunite (100% olivine) and harzburgite (70% olivine/30% orthopyroxene) under hydrothermal conditions, using a deformation-DIA apparatus. The experiments were conducted at a temperature of 580˚C, a confining pressure of 2.5 GPa, and shear strain rates of 2.70 $\times 10^{-5}$ to 1.03 $\times 10^{-4}$ s^{-1}. In the deformed peridotite gouges, localized shear zones such as R_1 and B shears were observed, and these shears were accompanied with newly formed hydrous phases (serpentine or talc). Olivine grains have a crystal preferred orientation characterized by a slip system of [001] (010). These results indicate that semi-brittle flow is a major deformation mechanism of the peridotite gouges. Considering low coefficients of friction of serpentine and talc, we can suggest that the infiltration of seawater along outer-rise fault planes and subsequent hydrothermal alteration result in effective shear strengths low enough to produce intraslab earthquakes.

キーワード：変形DIA装置、かんらん岩、蛇紋岩化作用、摩擦強度
Keywords: deformation-DIA apparatus, peridotite, serpentinization, frictional strength

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Stable fault slip in antigorite-olivine aggregates at high pressures

池原 舞[1]、*久保 友明[1]、岩里 拓弥[2]、肥後 祐司[3]、今村 公裕[1]、丹下 慶範[3]
Mai Ikehara[1], *Tomoaki Kubo[1], Takuya Iwasato[2], Yuji Higo[3], Masahiro Imamura[1], Yoshinori Tange[3]

1. 九州大学、2. 新日本非破壊検査(株)、3. JASRI
1. Kyushu University, 2. Shin-Nippon Nondestructive Inspection Co., Ltd., 3. JASRI

Intermediate-depth earthquakes are observed to occur within subducting oceanic plates at depths of about 60-300 km where most materials exhibit plastic deformation rather than brittle failure, owing to high pressures and temperatures. Dehydration embrittlement of hydrous minerals, particularly antigorite serpentine, is one of the most popular hypotheses for explaining shear instability under such conditions (e.g., Raleigh and Paterson, 1965). Recent high-pressure deformation experiments, monitoring Acoustic Emission (AE) activities upon syndeformational antigorite dehydration, showed that dehydration embrittlement was not observed on single-phase antigorite (Gasc et al., 2017), whereas dehydration related faulting was formed on antigorite-olivine aggregates with strong AEs (Ferrand et al., 2017). However, most of the previous high-pressure studies have been conducted in axial compression at relatively low pressures (< 3.5 GPa), insufficient to consider intermediate-depth earthquakes. Therefore, in this study, we conducted high-pressure shear deformation experiments on two-phase aggregates of antigorite and olivine, considering partially serpentinized peridotites, in order to investigate possible shear localization and shear instability up to 7 GPa.

Deformation experiments were conducted at 5-7 GPa, 350-700 ℃ using Deformation-DIA apparatuses at SPring-8 (BL04B1). Monochromatic X-rays (50-60 keV) were used to measure dehydration kinetics, shear strain and stress with recording AEs. We used three kinds of starting materials; natural cored antigorite from Kawarakoba in Nagasaki prefecture, forsterite polycrystal, and two-phase sintered mixtures of antigorite and San Carlos olivine (antigorite 10, 30, 50 vol %). The samples were cut into disks having thickness of 300 μm and used for a shear deformation study by being assembled between two 45˚-cut alumina pistons. In shear deformation experiments, the starting disk was compressed to 5 or 7 GPa at room temperature, annealed at 350 or 400 ℃ for 1 h, and then deformed with an anvil displacement rate of 200 μm/h. In some experiments, we increased temperature during shear deformation with a ramping rate of 0.1 ℃/sec to induce dehydration reaction. Microstructures of the recovered samples were examined by an optical microscope and a scanning electron microscope (SEM).

From X-ray radiography images, we observed shear localization in all two-phase samples deformed within the antigorite stability field at 5 GPa. The locallization occurred when homogeneous shear strain γ reached 0.4-0.9 (strain rate 1.3-2.2 $\times 10^{-4}$/s), and then most strains were partitioned to the fault zone with the slip velocity of 4.6-9.1 $\times 10^{-2}$ μm/s. Because no AEs were detected from the sample region, the localized deformation is thought to occur by stable sliding. SEM observations revealed that a thin shear deformation zone was formed along the fault, where the plastic deformation of both antigorite and olivine was significant. Striation and nanograins were observed on the fault plane, suggesting the formation of nanogouge. In contrast, homogeneous deformation was developed during antigorite dehydration with temperature ramping, even in the sample showing shear localization in the antigorite stability field. Under higher pressure condition 7 GPa, shear localization did not occur in all samples regardless of temperature. These results suggest that, although AE activities were detected with the dehydration in the antigorite-olivine aggregates up to 3.5 GPa in the previous study, further increase of pressure inhibits shear instability and shear localization. Thus, other dehydration reactions and/or instability mechanisms are required to explain intermediate-depth earthquakes deeper than ~100 km.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Rheology and frictional instability of lawsonite in high pressure deformation experiments

*白石 令[1]、武藤 潤[1]、角田 明博[2]、澤 燦道[1]、鈴木 昭夫[1]
*Rei Shiraishi[1], Jun Muto[1], Akihiro Tsunoda[2], Sando Sawa[1], Akio Suzuki[1]

1. 東北大学理学研究科地学専攻、2. 東京大学地震研究所
1. Department of Earth Science, Graduate School of Science, Tohoku University, 2. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

The cause of intermediate-depth earthquakes (50-300 km) in subducting slabs have been proposed to be the dehydration embrittlement (e.g., Raleigh and Paterson, 1965), because there are many kinds of hydrous minerals in a subducting slab and hypocenter distribution coincides with the dehydration boundary determined by high pressure experiments (e.g., Hacker et al., 2003). Many experimental studies on antigorite have been conducted, but a few previous works about dehydration embrittlement of lawsonite-bearing rocks experimentally. Lawsonite, $CaAl_2Si_2O_7(OH)_2H_2O$, is a hydrous mineral which contains 11 wt% water in its structure as both water molecules and a hydroxy group (Cmodi and Zanazzi, 1996). Lawsonite is one of the candidate for dehydration embrittlement in cold subducting slabs, however previous works have apparently contradictory results. Okazaki and Hirth (2016) showed that lawsonite dehydration induced unstable fault slip based on deformation experiments of pure lawsonite using Griggs-type deformation apparatus at 1 GPa. On the other hand, Incel et al. (2017) also investigated deformation properties of lawsonite and glaucophane mixture at 1.5 to 3.0 GPa using deformation-DIA apparatus. They insisted that there is no evidence for a straightforward relation to the dehydration of lawsonite and the brittle failure of samples. So, we have conducted the deformation experiments of lawsonite under the cold slab conditions in order to clarify the deformation property of lawsonite and understand the relationship between dehydration and brittle failure.

Experiments were carried out using Deformation-Cubic Anvil Press (D-CAP) installed at KEK PF AR-NE7A beamline. Pure lawsonite powder (98%) was used as starting materials. Deformation experiments were carried out at a pressure of 6 GPa and temperatures of 300 - 800 ˚C. The temperature was increased at the same time as deformation started. The temperature ramping rate over the strain rate was set the ranges for the real subducting slab, which ranges from 10^2 to 10^4 ˚C (Chernak and Hirth, 2011; Okazaki and Hirth, 2016). During deformation stages, strain, stress and transformation rate were measured for in-situ using a monochromatic X-ray beam with an energy of 60 keV.

Four experiments showed rapid stress drop during temperature ramping before lawsonite dehydration starts. We observed microstructure of recovered samples, there are many through going faults and microcracks but no dehydration products. Our results indicate that brittle process and frictional sliding occur without dehydration of lawsonite. This suggests that the intermediate-depth earthquakes can be caused by the deformation itself of lawsonite without the dehydration of lawsonite.

キーワード：稍深発地震、脱水脆性、ローソナイト
Keywords: intermediate-depth earthquakes, dehydration embrittlement, Lawsonite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Grain Size Dependency of Olivine-Spinel Phase Transformational Mechanism Responsible for Deep-focus Earthquakes

*澤 燦道[1]、武藤 潤[1]、宮島 延吉[2]、長濱 裕幸[1]
*Sando Sawa[1], Jun Muto[1], Nobuyoshi Miyajima[2], Hiroyuki Nagahama[1]

1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻地圏進化学講座、2. バイロイト大学バイエルン地球科学研究所
1. Department of Earth Science, Tohoku University, 2. Bayerisches Geoinstitut, University of Bayreuth

Deep-focus earthquakes occur at the depth from 440 km to 660 km in the subducting slab. The mechanism responsible for the earthquakes is thought to be different from that of shallow earthquakes, so that previous studies have reported the various mechanisms. By the geophysical observations and deformation experiments, the phase transformational faulting mechanism is presumed as the precursor of deep-focus earthquakes (e.g., Zhan et al., 2014). The phase transformational faulting mechanism is that metastable olivine in the slab undergoes the phase transformation to fine-grained spinel and faulting occurs with strain localization into the fine-grained spinel. This shear instability depends on grain size. Furthermore, the grain size may restrict the pressure- and temperature-conditions where the shear instability occurs, that is, the region of slab where deep-focus earthquakes occur. However, previous studies have conducted deformation experiments with finer grain size than expected in the slab (e.g., Burnley et al., 1991). Hence, the results from the laboratory experiments cannot directly apply to the geophysical observation. In this study, to reveal the grain size dependency on the phase transformational faulting, we conducted the deformation experiments of germanate olivine (about 3 μm), which is an analogue material of silicate olivine, finer-grained than that in previous studies (30 μm). We used a Griggs-type solid-confining media deformation apparatus. The confining pressure, temperature and strain rate are 1.2 GPa, 400~900 ℃ and 2.0×10^{-4} s^{-1}, respectively. Even though deformation experiments were conducted under wider temperature conditions than previous studies, we did not observe any shear instability event with apparent stress drops. Also, Raman spectroscopy clarified that the germanate olivine underwent the transformation to spinel at temperatures higher than 500 ℃. Shear instability does not occur because the difference in grain sizes between olivine and nucleated spinel in this study was smaller than those in previous studies. Also, the transformation temperature in this study was much lower than those in previous study (T > 1000 ℃ in Burnley et al., 1991). Considering the rate equation of the transformation (Chan, 1956), small grain size promotes the transformation, but these fast rates of the transformation cannot be explained only by the effect of the grain size. Therefore, the presence of water such as absorbed water in a starting material can also contribute to promote the transformation. Hence, both small initial grain size and a little amount of water promote the transformation even at lower temperature. These results indicate that the phase transformational faulting mechanism has strong grain size dependency. In summary, the pressure- and temperature-conditions where the faulting occurs depends on the grain size of olivine and amount of water. Because the grain size in the slab is larger than that in the experiments, by extrapolating from these results, we may restrict the region of slab where deep-focus earthquakes occur.

This work was supported by the JSPS Japanese-German Graduate Externship.

[Reference]
Burnley et al. (1991), JGR, vol 96, 425-443.
Chan (1956), Acta Metallurgica, vol 4, 449-459.
Zhan et al. (2014), EPSL, vol 385, 89-96.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：深発地震、Griggs型固体圧変形試験機、相転移
Keywords: Deep-focus earthquakes, Griggs type piston-cylinder apparatus, phase transformation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Seismicity and mineral destabilizations in the subducting mantle up to 6 GPa, 200 km depth

*Thomas P. Ferrand[1]

1. Earthquake Research Institute

In the subducting oceanic lithosphere, a significant part of the seismicity is triggered in the mantle, especially along the upper and lower Wadati-Benioff planes. Several studies have investigated the potential involvement of dehydration reactions in the triggering mechanism of mantle earthquakes. Recent experimental results reveal that, under subduction conditions, mechanical instabilities nucleate in strong stable mineral aggregates during the destabilization of minor amounts of antigorite, i.e. the high-temperature serpentine, through a stress transfer, without any fluid overpressure. Here I confront these laboratory results to seismological observations. On one hand, most of the natural hydrous magnesium silicates seem to be known, with experimentally-deduced stability limits up to 7 GPa, at least, available as relatively accurate estimates. On the other hand, recent achievements in thermal structure of subduction zones combined with precise hypocentre relocation give access to pressure and temperature conditions at earthquakes hypocentres. A series of P-T diagrams summarizes the stability limit of minerals that may be part of natural peridotite with variable compositions at pressures from 0.5 to 6 GPa and temperatures from 200 to 950˚C, and compares it with seismicity. Both hydrous and anhydrous phases are considered. A myriad of minor metamorphic reactions could participate in a transformation-driven stress transfer, even if the stability limits of serpentine minerals seem to correlate with most of the observed seismicity.

Keywords: earthquakes, intraslab, DDST, dehydration, transformation, subduction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Receiver function imaging of subducting Pacific plate and mantle wedge under Japanese islands using denser network of stations

Receiver function imaging of subducting Pacific plate and mantle wedge under Japanese islands using denser network of stations

*Kim HyeJeong[1]、Kawakatsu Hitoshi[1]、Akuhara Takeshi[1]、Shinohara Masanao[1]
*HyeJeong Kim[1], Hitoshi Kawakatsu[1], Takeshi Akuhara[1], Masanao Shinohara[1]

1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo
1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

Receiver function imaging has been frequently used by different groups focusing on different depths of the Japanese subduction zone. The overlying crust (Shiomi and Park, 2008, Bianchi et al, 2015), the Pacific plate before (Kawakatsu et al., 2009) and after subduction (Kawakatsu and Watada, 2007; Wirth and Long, 2012), and the mantle transition zones (Kawakatsu and Yoshioka, 2011; Tauzin et al., 2018) were discussed using the NIED array stations (Hi-net and F-net). Recently, deployment of ocean bottom seismometers (OBSs) enabled studies of subduction zones closer to the trench (e.g., Akuhara and Mochizuki, 2015). Kawakatsu and Kim (2018, SSJ) have obtained a new version of receiver function imaging using 14-year long of Hi-net data. However, there are other land stations (e.g., J-array) that can improve the station coverage. Here, we collect data from available on-land stations deployed in north-eastern Japan to obtain a denser 2-D array of stations. Additionally, data from temporary OBS stations (Shinohara et al. 2012) are gathered to image the subducted Pacific plate in shallower depths than previously available. Continuous imaging from ocean to land will help to constrain transition of the hydrated oceanic crust along subduction that is expressed as a low velocity layer for better understanding of the hydration/dehydration processes during subduction, which might be related to the occurrence of subduction zone earthquakes.

キーワード：subduction zone、receiver function、ccp stacking
Keywords: subduction zone, receiver function, ccp stacking

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Strong S-wave attenuation in the mantle wedge beneath the NE Japan and interpretations of high-frequency wave propagation path of intraslab earthquakes

*椎名 高裕[1,2]、勝俣 啓[2]、蓬田 清[3]、加藤 愛太郎[1]
*Takahiro Shiina[1,2], Kei Katsumata[2], Kiyoshi Yomogida[3], Aitaro Kato[1]

1. 東京大学地震研究所、2. 北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター、3. 北海道大学大学院理学研究院
1. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 2. Institute of Seismology and Volcanology, Graduate School of Science, Hokkaido University, 3. Graduate School of Science, Hokkaido University

For intraslab earthquakes at intermediate-depths in NE Japan, especially at greater than about 100-km depths, it has been often recorded that high-frequency waveform higher than 8 Hz show a remarkable delay of arrival compared with S wave which predominates in a low-frequency band. The magnitude of the delay is little in the forearc region, whereas it increases up to about 40 s in the backarc region. In this study, we investigate the details in the propagation processes of the high-frequency later phase observed for the intraslab earthquakes at the intermediate-depths. To constrain the source location of the high-frequency later phase, we employ the source-scanning algorithm (SSA) [Kao and Shan, 2004] with realistic velocity and attenuation structures, assuming that the high-frequency later phase is generated by the single scattering process. Namely, we estimate a scattering point by using mean-square amplitudes which is synthesized from two horizontal components of the observed waveforms.
Results in frequency bands of 4-32 Hz show that scattering points are distributed beneath the forearc region. The scattering points can reproduce the observed delays of amplitude amplifications associating with the high-frequency later phases. Moreover, similar locations of the scattering points are imaged along the forearc region in the entire NE Japan. These results indicate that high-frequency later phase is a wave scattered at the forearc region and that short wave-length heterogeneity generally developed in the forearc region of NE Japan.
This interpretation well matches implications from previous studies [e.g., Yomogida et al., 2004; Hasemi and Horiuchi, 2010]. Additionally, the obtained distributions of scattering points which appear to surround the highly attenuating mantle wedge suggest that attenuation structure strongly controls propagation paths of seismic wave, in particular, a high-frequency wave. In other words, the identifications of high-frequency later phase may become easy because the amplitude of direct wave crossing the high-attenuation zone decreases. To confirm this consideration, we estimate *Qs* along the direct wave by using the coda-normalization method [e.g., Aki, 1980]. This estimation provides 2-3 times smaller path-averaged *Qs* in seismic records of which rays lay on the backarc and the volcanic front than that of which rays lay on the forearc region. These results support that spatial variation in *QS* produces heterogenous propagations of seismic waves emitted from intraslab earthquakes. It is thus required to take scattering and attenuation structures simultaneously into account to understand complex behaviors of high-frequency waves in a future study.

キーワード：S-wave attenuation、Intraslab earthquakes、High-frequency later phase、Scattered wave
Keywords: S-wave attenuation, Intraslab earthquakes, High-frequency later phase, Scattered wave

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_6

[S-CG51] Role of volatiles on Earth and planetary dynamics

コンビーナ:石井 貴之(バイロイト大学バイエルン地球科学研究所)、大谷 栄治(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、中村 美千彦(東北大学大学院理学研究科地学専攻地球惑星物質科学講座)、Mysen Bjorn(Geophysical Laboratory, Carnegie Inst. Washington)

This session addresses how volatile species affect dynamics of the
Earth and planets from natural observations, laboratory experiments, and
numerical modeling in the temperature, pressure, and oxygen activity
range from the early stage of the planet formation to the present. The
volatiles can be critical in zones of magma storage and ascent, mantle
upwelling and melting in the fluid-enriched subduction zones, in the
mantle transition zone, in the lower mantle, in the core-mantle boundary,
and in Earth and planetary cores. However, volatiles affect properties
and processes differently depending on their pressure, temperature, and
redox conditions, which vary in time and space.
 This session aims to address how volatiles control the dynamic
processes of the Earth and planets, governed by their geophysical and
geochemical properties. We welcome papers dealing with geological and
laboratory observations coupled with numerical modeling on the role of
volatiles. The topics include (1) Stability relations, chemical and
physical properties of crystalline, molten and fluid phases,
partitioning of volatiles among these phases, (2) Rheological and other
physical properties of minerals, and the effects of intergranular fluid
on the properties, (3) Volatiles and dehydration induced seismicity and
volcanism in various tectonic regions including subduction zones, and (4)
Effects of volatiles in numerical simulation of geo-tectonics, and (5)
Magma outgassing and its control of volcanic eruption dynamics.

[SCG51-P01] Permeability prediction of porous media with the finite difference Stokes solver LaMEM

*Philipp Eichheimer[1]、Wakana Fujita[2]、Marcel Thielmann[1]、Anton Popov[3]、Gregor Golabek[1]、Boris Kaus[3]、Maximilian Kottwitz[3] (1.Bayerisches Geoinstitut, University of Bayreuth、2.Department of Earth Science, Tohoku University, Sendai、3.Institute of Geosciences, Johannes Gutenberg University Mainz)

[SCG51-P02] Grain growth-induced fluid localization and permeability reduction

*藤田 和果奈[1]、中村 美千彦[1]、上杉 健太郎[2] (1.東北大学大学院理学研究科、2.公益財団法人　高輝度光科学研究センター)

[SCG51-P03] Pargasite stability in the upper mantle at H_2O-undersaturated conditions

*Marija Putak Juricek[1]、Hans Keppler[1] (1.BGI)

[SCG51-P04] **Constraining the water content at the top of the mantle transition zone with the elasticity of wadsleyite and olivine**

*Zhongqing Wu[1] (1.University of Science and Technology of China)

[SCG51-P05] ***Single crystal elasticity of Fe-bearing phase E by Brillouin spectroscopy***

*Niccolo Satta[1]、Hauke Marquardt [2]、Alexander Kurnosov[1]、Tiziana Boffa Ballaran [1]、Johannes Buchen[3]、Catherine McCammon[1]、Takaaki Kawazoe[4] (1.Bayerisches Geoinstitut, University of Bayreuth, 95440 Bayreuth, Germany、2.Department of Earth Sciences, University of Oxford, South Parks Road, Oxford, UK.、3.Seismological Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, CA 91125, USA.、4.Department of Earth and Planetary Systems Science, Hiroshima University, Hiroshima 739-8526, Japan.)

[SCG51-P06] Discovery of two hexagonal phases in (Fe,Al)OOH under the P-T conditions of the deep lower mantle

*Lu Liu[1,2]、Li Zhang[1]、Hongsheng Yuan[1] (1.Center for High Pressure Science and Technology Advanced Research、2.University of Science and Technology of China)

[SCG51-P07] **Effect of grid resolution on tectonic regimes in global-scale convection models**

*Enrico Marzotto[1]、Marcel Thielmann[1]、Gregor Golabek[1] (1.Bayerisches Geoinstitut)

[SCG51-P08] A 3-D crust and uppermost mantle electrical conductivity model of subduction zone beneath NE Japan

*市來 雅啓[1,2]、海田 俊輝[1]、小川 康雄[3] (1.東北大学大学院理学研究科、2.東北大学災害科学国際研究所、3.東京工業大学理学研究院)

[SCG51-P09] *The conditions of sublithospheric diamond formation constrained from ferric iron-rich exsolution from ferropericlase inclusions.*

*Caterina Melai[1]、Daniel Frost[1]、Tiziana Boffa Ballaran[1]、Catherine McCammon[1] (1.Bayerisches Geoinstitute)

[SCG51-P10] **Probing the variation of the oxygen fugacity in diamond anvil cells using the Fe-Ir alloy as redox sensor**

*Serena Dominijanni[1]、Catherine McCammon[1]、Leonid Dubrovinsky[1]、Dan Frost[1]、Nobuyoshi Miyajima[1] (1.Bayerisches Geoinstitut)

[SCG51-P11] Goethite behavior at Earth's lower mantle conditions

*Egor Gennadievich Koemets[1]、Maxim Bykov[1]、George Aprilis[2]、Timofey Fedotenko[2]、Stella Chariton[1]、Saiana Khandarkhaeva[1]、Iuliia Koemets[1]、Marcel Thielmann[1]、Natalia Dubrovinsaia[2]、Leonid Dubrovinsky[1] (1.BGI (Bayerisches Geoinstitut), Universität Bayreuth, Germany、2.Material Physics and Technology at Extreme Conditions, Laboratory of Crystallography, Universität Bayreuth, Germany)

[SCG51-P12] The oxygen content of sulphides in the mantle and a geothermometer for diamond formation

*Sumith Abeykoon[1]、Dan Frost[1]、Vera Laurenz[1] (1.Bayerisches Geoinstitut, University of Bayreuth)

Permeability prediction of porous media with the finite difference Stokes solver LaMEM

*Philipp Eichheimer[1], Wakana Fujita[2], Marcel Thielmann[1], Anton Popov[3], Gregor Golabek[1], Boris Kaus[3], Maximilian Kottwitz[3]

1. Bayerisches Geoinstitut, University of Bayreuth, 2. Department of Earth Science, Tohoku University, Sendai, 3. Institute of Geosciences, Johannes Gutenberg University Mainz

The flow of fluids through porous media such as groundwater flow or magma migration is one of the most important processes in geological sciences. The property controlling the efficiency of the flow is the permeability of the rock, thus an accurate determination and prediction of its value is of crucial importance. For this reason, permeability of rocks has been measured across different scales. As laboratory measurements exhibit a range of limitations, the numerical prediction of permeability at conditions where laboratory experiments struggle has become an important method to complement laboratory approaches. At high resolutions, this prediction becomes computationally very expensive, which makes it crucial to develop methods that maximize accuracy. In this work we introduce the open-source finite difference solver LaMEM that can be used to numerically predict the permeability of porous media under laminar conditions. We employ a stencil rescaling method to increase accuracy due to a better description of the solid-fluid interface, thus reducing the computational cost. To validate the method, we perform a series of tests employing both analytical solutions for simplified geometries as well as results from other numerical approaches for more complicated geometries. Furthermore we compare our numerical results to laboratory measurements on glass bead samples with porosities ranging from 20% to 2.5%, showing good agreement.

Keywords: Permeability, Numerical modelling, Digital Rock Physics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Grain growth-induced fluid localization and permeability reduction

*藤田 和果奈[1]、中村 美千彦[1]、上杉 健太郎[2]
*Wakana Fujita[1], Michihiko Nakamura[1], Kentaro Uesugi[2]

1. 東北大学大学院理学研究科、2. 公益財団法人　高輝度光科学研究センター
1. Graduate School of Science, Tohoku University, 2. JASRI/SPring-8

Efficiency of segregation of geological fluids such as aqueous fluids and melts is an essential elementary process for volatile cycles in subduction zones. Permeability is an intrinsic rock property that controls flow rate of fluid. Various permeability models have been presented by numerical models of textually equilibrated rocks (e.g. 1, 2), laboratory measurements on synthetic rocks (e.g. 3) and estimation from cross-sectional area of synthetic rocks (4). However, there exist discrepancies among those models. Because permeability is very sensitive to microscopic geometry of pore fluid, those disagreements may arise from lack of understanding toward three-dimensional (3D) microstructure of fluid network.

Dihedral angle has been considered to be a critical parameter that controls fluid geometry and thus permeability. Beside, some previous studies shed light on the effect of grain growth on fluid distribution because it could induce pore fluid distortion and coalescence (5, 6). These studies suggest that in the actual systems where the microstructure of rocks evolve in dynamic processes, grain growth would be important along with the dihedral angle.

To investigate the effect of grain growth on the fluid distribution and permeability, we present 3D images of quartz–CHO fluid aggregates, containing nominal fluid fractions between 0.03 and 0.10. Samples were synthesized from a powdered mixture of Arkansus quartz and amorphous silica prepared by sol-gel method and hot-pressed in a piston–cylinder apparatus at 900˚C and 1.0 GPa for 192h. The fluid fractions and the dihedral angles were controlled using brucite added in the capsule bottom and oxalic acid dihydrate mixed with SiO_2 powder. 3D images were obtained using synchrotron X-ray microtomography at BL20XU experimental hutch2 of SPring-8. Regardless of dihedral angles (CO_2 content in fluids), both cross-sectional area and 3D images of samples showed grain-scale fluid localization which would be formed by pore fluid coalescence induced by grain growth. Computed permeabilities using numerical model, LaMEM (7) were almost consistent with laboratory measurements by (3) but more than one order of magnitude lower than a numerical model by (2). This would indicate that localized fluids extensively reduce permeability by reducing the diameter of fluid tubes along grain edges, which would suggest transport of water into Earth’s deep interior by the subducting slab.

Reference:
1. von Bargen and Waff. 1986, J. Geophys. Res. 91, 9261–9276.
2. Rudge, J.F. 2018, Proc. R. Soc. Lond. A 474, 20170639.
3. Wark and Watson. 1998, Earth Planet. Sci. Lett. 164, 591–605.
4. Faul, U.H. 1997, J. Geophys. Res. 102, 10299–10311.
5. Walte et al. 2003, Geology 2003 31, 1009-1012.
6. Yoshino and Watson. 2005, Earth Planet. Sci. Lett. 235, 453–468.
7. Kaus et al. 2016, NIC Symposium 2016

キーワード：浸透率、石英、結晶粒成長、固液二面角、流体移動

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Permeability, Quartz, Grain growth, Dihedral angle, Fluid segregation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Pargasite stability in the upper mantle at H_2O-undersaturated conditions

*Marija Putak Juricek[1], Hans Keppler[1]

1. BGI

Amphibole is the most commonly occurring hydrous mineral in mantle xenoliths and the majority of upper mantle amphiboles have compositions close to pargasite end member. Previous experimental work has demonstrated that pargasite stability is sensitive to variations in bulk alkali and water content of the starting material. While it has been successfully shown that addition of more alkali leads to stabilization of pargasite to higher P and T, the effect of water on amphibole stability is not so straightforward.

At H_2O-saturated conditions, alkali elements partition strongly into aqueous fluid and become less available for crystallization of amphibole. As a result, amphibole seemingly becomes stable at higher P and T when less H_2O is added to the starting material. This observation led to the hypothesis that pargasite may be a ubiquitous phase in the upper mantle, which is believed to contain only several hundred ppm of H_2O. However, most of the previous studies determined pargasite stability at H_2O-saturated conditions where solid phases coexist with an aqueous fluid during experiments. Since such environments are not representative of the nearly dry upper mantle, the purpose of this study is to investigate pargasite stability at H_2O-undersaturated conditions.

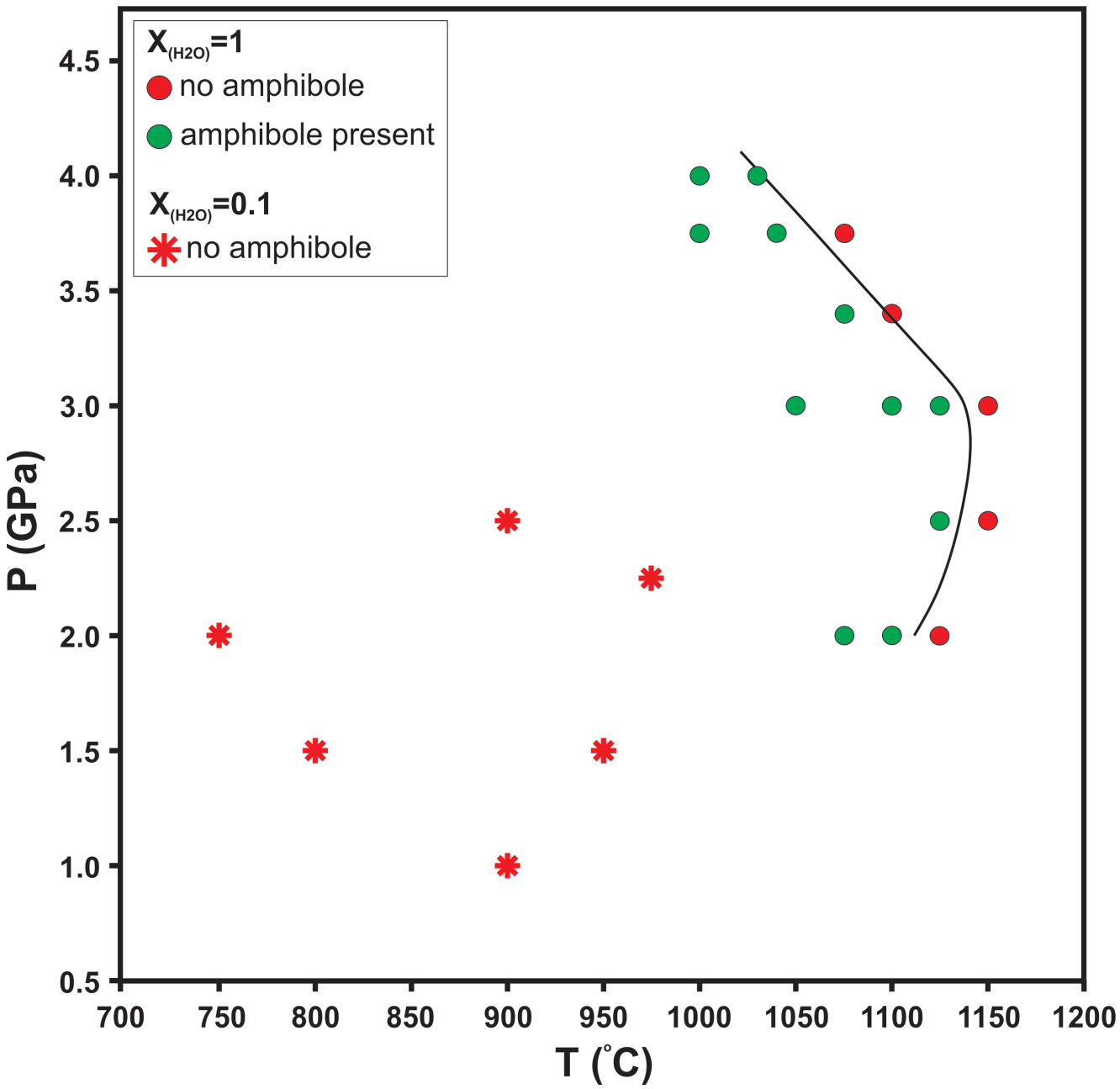
Because of the high specific surface area of powders, adsorption of atmospheric H_2O on fine grained starting materials prevents attaining H_2O-undersaturation by adding small amounts of water to the sample. Instead, H_2O-undersaturated conditions may be precisely controlled by diluting the water in the sample with another component. Under such conditions, solid phases are expected to coexist with a low water activity fluid throughout the experiment. As molecular nitrogen is mostly insoluble in upper mantle minerals, it can be used to adjust the water activity of the fluid to a desired low value.

All experiments were performed in a piston cylinder apparatus. The samples for H_2O-undersaturated experiments were prepared by adding silver azide (AgN_3) and brucite to a synthetic peridotite mixture. In several experiments water was added directly as $H_2O_{(l)}$. The amount of water was kept constant in all experiments (1 wt. percent) and the molar fraction of water in the N_2-H_2O fluid was adjusted to the desired value by weighing an appropriate amount of AgN_3, which decomposed to metallic silver and molecular nitrogen during heating. In H_2O-saturated experiments, no silver azide was added to the peridotite mixture. Experimental products were analyzed using JEOL JXA-8200 electron microprobe.

Preliminary results show that pargasite is not stable in equilibrium with fluids diluted to X_{H2O}=0.1 at pressures above 1 GPa. At H_2O-saturated conditions pargasite stability field can extend to pressures of 4 GPa and above 1100 ℃, depending on bulk alkali and water contents. Results from experiments at X_{H2O} =0.1 and X_{H2O}=1 suggest that pargasite can exist only in regions of the upper mantle which have been affected by high water activity fluids, such as areas in the vicinity of subduction zones. The ambient nominally anhydrous upper mantle, better represented by experiments at H_2O-undersaturated conditions, is not expected to contain pargasite.

Keywords: pargasite, stability, upper, mantle

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Constraining the water content at the top of the mantle transition zone with the elasticity of wadsleyite and olivine

*Zhongqing Wu[1]

1. University of Science and Technology of China

Zhongqing Wu[a,b,*], Wenzhong Wang[a,b], Michael J. Walter[c] ,Ye Peng[a,b], Simon Redfern[d],

[a] Laboratory of Seismology and Physics of Earth’ s Interior, School of Earth and Space Sciences, University of Science and Technology of China, Hefei, Anhui 230026, China

[b] Mengcheng National Geophysical Observatory, Anhui, China

[c]School of Earth Sciences, University of Bristol, Bristol BS8 1RJ, UK

[d]Department of Earth Science, University of Cambridge, Cambridge CB2 3EQ, UK

The water content in the mantle transition zone (MTZ) exerts a controlling influence on the dynamical and chemical evolution of Earth, but is poorly known. In principle the water content at the top of the transition zone can be inferred by comparing the velocity and density contrasts across the 410-km seismic discontinuity with predictions based on the phase transition of olivine to wadsleyite. The high-quality elastic data of at pressure and temperature (PT) conditions of the transition zone are crucial but are very challenge for experiments to obtain. Calculating these elastic data at high PT conditions in conventional method are also very expensive. Instead, these elastic data were calculated using the method of Wu and Wentzcovitch (2011), which reduces the computational workload to tenth of the conventional method. All calculations for two phases were conducted using the same computational details as far as possible, which guarantees that the velocity and density differences between two phases have very high precise. All these calculated elastic data agree well with the available experimental data. The iron and water effect on the elasticity are also well described.

With these high-quality elastic data covered the PT condition of the transition zone, we analyze the water and wadsleyite content at the top of the transition zone. We found that the water content of wadsleyite at the top of the transition zone can be well constrained when density and velocities jumps are considered together. For a pyrolitic mantle composition with ~60% olivine, our best fit is ~ 0.5 wt% water at the top of the transition zone. If the transition zone is dry, as suggested by some electrical conductivity models, the upper mantle may only contain ~ 50% olivine.

Wu, Z., Wentzcovitch, R.M., 2011. Quasiharmonic thermal elasticity of crystals: An analytical approach. Phys. Rev. B - Condens. Matter Mater. Phys. 83, 1–8. doi:10.1103/PhysRevB.83.184115

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Single crystal elasticity of Fe-bearing phase E by Brillouin spectroscopy

*Niccolo Satta[1], Hauke Marquardt [2], Alexander Kurnosov[1], Tiziana Boffa Ballaran [1], Johannes Buchen[3], Catherine McCammon[1], Takaaki Kawazoe[4]

1. Bayerisches Geoinstitut, University of Bayreuth, 95440 Bayreuth, Germany, 2. Department of Earth Sciences, University of Oxford, South Parks Road, Oxford, UK., 3. Seismological Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, CA 91125, USA., 4. Department of Earth and Planetary Systems Science, Hiroshima University, Hiroshima 739-8526, Japan.

Earth’s deep water cycle plays a key role for the dynamic evolution of our planet and the development of habitable conditions. Surface water can be transported to Earth’s mantle by subduction of oceanic lithosphere. Experimental investigations have shown that water can be efficiently stored in Dense Hydrous Magnesium Silicates (DHMS) in cold subducting slabs. However, quantification of the incoming water budget based on the interpretation of seismological observations is hampered by a lack of elasticity measurements of DHMSs. Here, we report single-crystal elasticity measurements of Fe-bearing phase E, a DHMS that is stable at pressures and temperature of Earth’s mantle transition zone. A very low bulk modulus has been reported for phase E, suggesting that it might produce seismic velocity heterogeneities detectable by seismological investigations. However, the shear modulus of phase E has not been quantified.

We synthesized Fe-bearing phase E single crystals in a multi-anvil apparatus. Chemical composition as well as crystal structure have been determined using electron microprobe analysis, Mössbauer spectroscopy, and single-crystal X-ray diffraction. We derived the full elastic stiffness tensor by Brillouin spectroscopy on two single crystals of selected orientations. We found phase E to have both the lowest bulk modulus and shear modulus among the DHMSs at ambient conditions. Phase E shows very low compressional and shear velocities especially when compared to the other principal minerals likely present in subducting slabs after serpentine breakdown. Modelling of seismic velocities in dry and hydrated upper mantle and transition zone rocks suggests that the presence of even small amounts of phase E can appreciably lower seismic wave velocities. Phase E could be used as seismological indicator for water stored at depth in subducting scenarios. The elasticity of phase E under mantle conditions will be explored in future research.

Keywords: Brillouin scattering, Phase E, Seismic wave velocities

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Discovery of two hexagonal phases in (Fe,Al)OOH under the P-T conditions of the deep lower mantle

*Lu Liu[1,2], Li Zhang[1], Hongsheng Yuan[1]

1. Center for High Pressure Science and Technology Advanced Research, 2. University of Science and Technology of China

Deep water can cause a series of complex seismological phenomena by changing the density and thermal stability of lower mantle components. δ-H solid solution phase (AlOOH-$MgSiO_2(OH)$) is stable at lower mantle conditions[1],because the crystallographic frameworks of the phase H is similar to that of the δ-AlOOH phase, with very strong hydrogen bonds[2,3]. δ-AlOOH and ε-FeOOH can also form solid solution[4] (δ - ε solution). It is reasonable to infer that δ - ε solid solution may have similar thermal stability as that of H-δ solution, considering their similar crystal structure[5]. In our experiments, we synthesized the δ - ε solution at 79GPa and 1600K in a laser-heated diamond anvil cell. As the temperature increases to 2100k, the orthorhombic δ - ε solution transformed into a hexagonal-structured phase. By combining powder X-ray diffraction techniques with multigrain indexation[6], we determined its hexagonal lattice with a=b=10.019Å and c=2.614Å. At 79GPa and 2400K, the hexagonal phase transforms into another hexagonal phase, with the lattice parameters of a=b=2.733Å and c=9.343Å. The discovery of these two new phases may provide new insights into the deep-water storage.

References

1.Ohira I, Ohtani E, Sakai T, et al. Stability of a hydrous δ-phase, AlOOH-$MgSiO_2(OH)_2$, and a mechanism for water transport into the base of lower mantle[J].Earth and Planetary Science Letters, 2014, 401: 12-17.
2.Ohtani, E., Amaike, Y., Kamada, S., Sakamaki, T. and Hirao, N. Stability of hydrous phase H $MgSiO_4H_2$ under lower mantle conditions. Geophys. Res. Lett. 41, -8287 (2014).
3.Nishi M,Kuwayama Y,Tsuchiya J,et al.The pyrite-type high-pressure form of FeOOH[J]. Nature,2017,54(7662):205-208.
4.T Kawazoe,I Ohira,T Ishii et al. Single crystal synthesis of δ-(Al,Fe)OOH American Mineralogist. Volume 102, pages 1953–1956, (2017)
5.Gleason A E,Quiroga C E,Suzuki A,et al.Symmetrization driven spin transition in ε-FeOOH at high pressure[J]. Earth and Planetary Science Letters, 2013, 379: 49-55.
6.Zhang L,Yuan H,Meng Y,et al.Discovery of a hexagonal ultradense hydrous phase in (Fe, Al) OOH[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences,2018,115(12):2908-2911.

Keywords: High temperature and high pressure experiment, hydrous phase, diamond anvil cell

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Effect of grid resolution on tectonic regimes in global-scale convection models

*Enrico Marzotto[1], Marcel Thielmann[1], Gregor Golabek[1]

1. Bayerisches Geoinstitut

Global-scale convection models using a visco-plastic rheology coupled with a temperature-dependent viscosity usually show different tectonic regimes: mobile, episodic or stagnant lid.

In the mobilelidregime, the lid is continuously subducting into the mantle (plate-like behavior). The episodic lid regime is characterized by the stability of the lid until sufficiently large lithospheric stresses break it, causing rapid resurfacing. Finally the stagnant lid regime is defined by an undeformable lid that does not participate in convection

In numerical simulations these three types of regimes can be obtained by varying some target parameters such as: temperature-dependency of viscosity and yield stress.

The yield stress in particular is a key parameter because it sets the stress necessary to cause plastic yielding, hence, in a visco-plastic rheology, the stress necessary to break the cold surface regions. A high yield stress will result in a stagnant lid. On the other hand, a low yield stress causes a weak lid that is constantly broken and sinks into the mantle.Despite the key importance of physical parameters, also numerical parameters have an effect on the tectonic regime, determining different outcomes justby changing the grid resolution.

Here we use the code StagYY (*Tackley, 2008*) in a 2D spherical annulus geometry (*Hernlund & Tackley, 2008*) to determine the resolution-dependent tectonic regime for different yield stresses in global-scale convection models. To assess the effect of grid resolution on lid behavior we use 16 different resolutions keeping all physical parameters unchanged. To make sure that steady state has been reached each simulation is run for 15 Gyrs. Tested resolutions vary from 128x32 to 1024x256 grid points. To understand this influence on the tectonic regime we study the resolution within the lid requiring an appropriate lid definition, based on the thermal and velocity field. Our results show that there is a correspondence between low radial resolution and mobile lid regime and that low aspect ratio cells (azimuthal to radial grid spacing) favor a plate-like behavior of the lid, while for large aspect ratios the mobile lid regime is persistent.

This work is the first part of a larger project, aiming to studyslab stagnation and hydration of the mantle transition zone (MTZ) using self-consistent global-scale mantle convection models, where subducting slabs carry water from the surface into the Earth’ s interior and potentially hydrate the MTZ. We expect that our previous work packages will help us to obtain realistic slab ponding in the MTZ, so we can study the hydration state of this region over time.

References:

Tackley, P. J. (2008). Modelling compressible mantle convection with large viscosity contrasts in a

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

three-dimensional spherical shell using the yin-yang grid. *Phys. Earth Planet. Int.* 171, 7-18.

Hernlund, J. W. and P. J. Tackley (2008). Modeling mantle convection in the spherical annulus. *Phys. Earth Planet. Int.* 171, 48-54

Keywords: Geodynamical Modelling, StagYY, Grid Resolution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A 3-D crust and uppermost mantle electrical conductivity model of subduction zone beneath NE Japan

*市來 雅啓[1,2]、海田 俊輝[1]、小川 康雄[3]
*Masahiro Ichiki[1,2], Toshiki Kaida[1], Yasuo Ogawa[3]

1. 東北大学大学院理学研究科、2. 東北大学災害科学国際研究所、3. 東京工業大学理学研究院
1. Graduate School of Science, Tohoku University, 2. International Research Institute of Disaster Science, 3. School of Science, Tokyo Institute of Technology

The crustal fluids beneath NE Japan is originated from dehydration of subducting Pacific slab or from convection in the backarc mantle, as is shown by seismic tomography [e.g. Zhao, 2017]. We investigated the fluid transportation paths from upper mantle to crust of subduction zone using electrical conductivity exploration.

We expanded electromagnetic field observation sites (96 sites) to northern part of NE Japan and obtained magnetotelluric responses and geomagnetic transfer functions in the period range of 20 –30720 seconds (22 periods) by BIRRP code [Chave and Thomson, 2004]. We used WSINV3D [Siripunvaraporn and Egbert, 2009] to invert those responses into three dimensional electrical resistivity model.

The preliminary model gives normalized root mean square misfit 5.87. A prominent conductor appears in the crust to uppermost mantle and the conductor spreads towards backarc direction. In our previous model [Ichiki et al., 2015], we found the overturned shape conductor towards backarc direction in the mantle wedge beneath central part of NE Japan. This study has found it beneath northern part NE Japan as well.

Those imply the crustal fluid and/or melt is transported along the pathway that is the plate boundary beneath the volcanic front to the backarc crust. The fluid transportation can explain the presence of enigmatic backarc volcano in the NE Japan. In this presenation, we speculate and discuss evolution of this pathway in geological time on the basis of the chlonological data of igneous rocks [Yoshida et al., 2013].

Acknouwledgement: This study is financially supported by KAKEN-HI No.26109006.

キーワード：電気伝導度、比抵抗、MT法、沈み込み帯
Keywords: electrical conductivity, resistivity, magnetotelluric, subduction zone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The conditions of sublithospheric diamond formation constrained from ferric iron-rich exsolution from ferropericlase inclusions.

*Caterina Melai[1], Daniel Frost[1], Tiziana Boffa Ballaran[1], Catherine McCammon[1]

1. Bayerisches Geoinstitute

Ferropericlase is apparently one of the more common inclusions to be found in sub-lithospheric diamonds, which are considered to form in the convecting mantle. Although relatively rare, these inclusions have been examined in a number of studies in the hope of providing information on the formation conditions of such deep diamonds, which could potentially be in the transition zone or lower mantle. The wide range of oxide Fe/(Fe+Mg) ratios found has raised the idea that they may form through the oxidation of iron metal. During TEM investigations, however, evidence for the exsolution of Fe_2O_3-rich phases such as magnesioferrite have been found, which implies that a more complex scenario may be involved. Ferropericlase-magnesiowüstite diamond inclusions are most likely some of the deepest available samples from the mantle and they potentially provide the most direct evidence for deep mantle carbon transport processes. The ferric iron contents of such inclusions alone may not provide a direct estimate for the oxygen fugacity at which the inclusions were trapped, particularly if pressure has a strong effect on the fo_2 - Fe^{3+}/Fe_{tot} relationship. However, using experimental data it is possible to determine the oxygen fugacity at which the exsolution observed in the diamond inclusions occurred and coupled with the oxide Fe^{3+}/Fe_{tot} ratio this could be used to estimate the pressure of formation.

The ferropericlase- magnesioferrite system has been investigated by several studies at room pressure but the stability field of the two components has been shown to become more complicated at high pressure due to the formation of mixed valence oxides. We have combined experimental measurements with thermodynamic modelling in order to address two main questions: at which P, T, fO_2 conditions do Fe_2O_3 -rich phases exsolve from ferropericlase? And what is the maximum Fe^{3+}/Fe_{tot} ratio of ferropericlase. To answer these questions, multianvil experiments have been performed between 6 –25 GPa and 1200-1800˚C using a starting composition of $(Mg_{86}Fe_{14})O$ plus 20 % Fe_2O_3. Pt powder was added to the experiments to act as a redox sensor and minor amounts of Ni, Cr, Mn and Na were also added. Samples were then analyzed with the scanning electron microscope, electron microprobe, Mössbauer spectroscopy and X-ray diffraction. In the recovered experiments ferropericlase coexists with magnetite-magnesioferrite solid solution up to 10 GPa and $Mg_2Fe_2O_5$-Fe_4O_5 solid solution at higher pressures. In the calculation of the oxygen fugacity a ferropericlase model in the FeO-$Fe_{2/3}O$-MgO system was employed and exchange of Mg and Fe^{2+} in magnetite was accounted for. Oxygen fugacities at which the phases coexist can be calculated in the magnetite-magnesioferrite field using three different equilibria and a quite simple ferropericlase mixing model results in calculated oxygen fugacities that are within 0.1 log units of each other for all three equilibria. The results show that magnetite-magnesioferrite solid solution should not be in equilibrium with ferropericlase in the diamond stability field. Our results imply that the exsolution of Fe^{3+} rich phases observed in natural samples likely occurred at pressures corresponding to the transition zone or deeper.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Probing the variation of the oxygen fugacity in diamond anvil cells using the Fe-Ir alloy as redox sensor

*Serena Dominijanni[1], Catherine McCammon[1], Leonid Dubrovinsky[1], Dan Frost[1], Nobuyoshi Miyajima[1]

1. Bayerisches Geoinstitut

Understanding the oxygen fugacity (fO_2) in diamond anvil cells (DACs) is an important issue for many reasons, among them reconciling contradictory results that have been obtained for carbonate studies (Cerantola et al., 2017; Dorfman et al., 2018) that might be due to different redox conditions during the experiments. We therefore investigated the fO_2 conditions during DAC experiments using powder X-ray diffraction (beamlines ID15b and ID27) and energy-domain Synchrotron Mössbauer Source (SMS) spectroscopy (beamline ID18) at the European Synchrotron Radiation Facility (Grenoble, France). Double sided laser heating experiments (Aprilis et al., 2017) were carried out at high pressure and temperature using a mixture of synthetic ferropericlase $(Mg_{0.75}Fe_{0.25})O$ and pure iridium powder as a sliding redox sensor (Borisov and Palme, 2000; Swartzendruber, 1984; Taylor et al., 1992). The Fe content in the Fe-Ir alloy, together with the amount of FeO in ferropericlase, allows a calculation of fO_2 during the experiments (Stagno et al., 2011; Woodland and O'Neill, 1997). Preliminary results from powder X-ray diffraction data show that, after heating, an Fe-Ir metal alloy that can be indexed in the Fm-3m space group is formed by the reaction of pure Ir and Fe from ferropericlase according to the reaction:

(Mg,Fe)O + Ir --> (Mg,Fe)O + (Fe,Ir)

The compressibility of the Fe-Ir alloy and ferropericlase was measured up to ~ 60 GPa and SMS data were collected before and after heating. X-ray diffraction results coupled with energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDS) measurements and a simple thermodynamic model indicate that the redox conditions during the DAC experiments were close to the iron-wüstite (IW) buffer, although some inhomogeneity was observed. Further chemical analyses and additional experiments are ongoing to understand the variation of oxygen fugacity in a DAC during laser heating.

Keywords: oxygen fugacity , redox sensor, diamond anvil cell

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Goethite behavior at Earth's lower mantle conditions

*Egor Gennadievich Koemets[1], Maxim Bykov[1], George Aprilis[2], Timofey Fedotenko[2], Stella Chariton[1], Saiana Khandarkhaeva[1], Iuliia Koemets[1], Marcel Thielmann[1], Natalia Dubrovinsaia[2], Leonid Dubrovinsky[1]

1. BGI (Bayerisches Geoinstitut), Universität Bayreuth, Germany, 2. Material Physics and Technology at Extreme Conditions, Laboratory of Crystallography, Universität Bayreuth, Germany

Water and water-bearing species have a strong impact on numerous processes in Earth’ s interiors. Presence of water affects chemical and physical properties of mantle minerals, changes melting temperatures, sound velocities and viscosity of materials, and causing different global phenomena such as, for example, arc volcanism and plate tectonics. Thereby, the deep Earth’ s regions enriched with water are crucial for understanding our planet’ s geodynamics and geochemistry. Still, mechanisms of water circulation between geospheres remain poorly understood. Recent studies suggest that goethite present in Banded Iron Formations (BIFs) may transfer some quantities of water to the deep Earth interiors with subducting slabs. It was reported that goethite remains stable in the sinking slab until it reaches the base of a lower mantle. By the meaning of in situ powder XRD it was revealed that at pressures corresponding to the depths ~1500-1800 km and moderately high temperatures goethite undergoes a phase transition to form a novel stable pyrite-type phase FeO_2H_x with $0 \leqq x \leqq 1$ (named as Py-phase). Thus, goethite and its HP pyrite-type form became a candidate for water and/or hydrogen transfer and storage to the lower mantle and the core-mantle boundary. Using laser-heating in diamond anvil cells we performed a series of experiments on an investigation of goethite (as a starting material) stability at P-T conditions covering possible range in subducting slabs. By the meaning of sensitive in situ single-crystal XRD in DACs we registered decomposition of goethite and formation of known (such as ι-Fe_2O_3, η-Fe_2O_3, a high-pressure orthorhombic form of Fe_3O_4, Fe_5O_7) and novel iron-oxygen compounds. Results of structure solution and refinement established these compounds to be orthorhombic Fe_7O_{10} and hexagonal non-stoichiometric phase $Fe_{6.31}O_9$. Our results suggest that FeOOH cannot transport water into the deep of Earth’ s mantle.

Keywords: Goethite, Diamond anvil cell, High Pressure, Single-crystal XRD, Subducting slabs

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The oxygen content of sulphides in the mantle and a geothermometer for diamond formation

*Sumith Abeykoon[1], Dan Frost[1], Vera Laurenz[1]

1. Bayerisches Geoinstitut, University of Bayreuth

Sulphides are ubiquitous accessory minerals in mantle rocks and form the most prevalent type of inclusion in diamonds. Diamond sulphide inclusions are trapped as sulphide melts that crystallise on cooling to form Fe-Ni monosulphide solid solution (MSS) and ultimately recrystallizes to assemblages containing pyrrhotite, $Fe_{(1-x)}S$ (x = 0 to 0.2), pentlandite, $(Fe,Ni)_9S_8$, and sometimes pyrite (FeS_2). Sulphide inclusions are also found in many xenoliths but those which are hosted by diamonds provide potentially the most pristine samples from the lithospheric mantle and deeper. Previous experiments indicate that oxygen partitions into sulphide melts and although sparse, some measurements of natural sulphide inclusions from mantle xenoliths indeed show measurable and in some cases relatively high oxygen concentrations. If the parameters that control sulphide oxygen concentration can be determined then they could be potentially used to understand conditions in the mantle and in particular in sublithospheric diamonds. The oxygen content of sulphides separating to the core during core formation could have also influenced the oxygen fugacity of the early mantle.
We have measured the oxygen contents of sulphide melts within experimentally produced mantle assemblages at high pressures and temperatures. A series of multi-anvil experiments were conducted to equilibrate a peridotite assemblage with molten sulphide (FeS) at pressures between 3 –11 GPa and temperatures of 1300 ˚C –1700 ˚C. The effects of pressure, temperature, oxygen fugacity and composition have been investigated. Oxygen fugacity was determined in some experiments by saturating the sulphide in Ir to produce a separate Ir-Fe metal alloy, for which the Fe content is a function of oxygen fugacity. The results show that sulphide melt oxygen contents can range up to 16 weight % FeO, at mantle conditions. Moreover, the content of oxygen in the sulphide is found to be not controlled by fO_2 or fS_2, which is in disagreement with previous experimental studies conducted at ambient pressure conditions. The experiments indicate that the oxygen concentration is mainly controlled by the FeO activity in coexisting silicates phases and the temperature, although further work is still required to calibrate effects of Ni and Cu. In order to fit the data and to account for the FeO dependence, we developed a thermodynamic model using an end-member equilibrium between olivine, pyroxene and FeO in the sulphide melt. The resulting relationship can be used as a geothermometer based on sulphide inclusion oxygen contents and could be particularly useful for determining diamond formation temperatures for sub lithospheric diamonds.

Keywords: Sulfide, Oxygen, Geothermometer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_27

[S-CG51] Role of volatiles on Earth and planetary dynamics

コンビーナ:石井 貴之(バイロイト大学バイエルン地球科学研究所)、大谷 栄治(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、中村 美千彦(東北大学大学院理学研究科地学専攻地球惑星物質科学講座)、Mysen Bjorn(Geophysical Laboratory, Carnegie Inst. Washington)

This session addresses how volatile species affect dynamics of the
Earth and planets from natural observations, laboratory experiments, and
numerical modeling in the temperature, pressure, and oxygen activity
range from the early stage of the planet formation to the present. The
volatiles can be critical in zones of magma storage and ascent, mantle
upwelling and melting in the fluid-enriched subduction zones, in the
mantle transition zone, in the lower mantle, in the core-mantle boundary,
and in Earth and planetary cores. However, volatiles affect properties
and processes differently depending on their pressure, temperature, and
redox conditions, which vary in time and space.
 This session aims to address how volatiles control the dynamic
processes of the Earth and planets, governed by their geophysical and
geochemical properties. We welcome papers dealing with geological and
laboratory observations coupled with numerical modeling on the role of
volatiles. The topics include (1) Stability relations, chemical and
physical properties of crystalline, molten and fluid phases,
partitioning of volatiles among these phases, (2) Rheological and other
physical properties of minerals, and the effects of intergranular fluid
on the properties, (3) Volatiles and dehydration induced seismicity and
volcanism in various tectonic regions including subduction zones, and (4)
Effects of volatiles in numerical simulation of geo-tectonics, and (5)
Magma outgassing and its control of volcanic eruption dynamics.

[SCG51-P01] Permeability prediction of porous media with the finite difference Stokes solver LaMEM

*Philipp Eichheimer[1]、Wakana Fujita[2]、Marcel Thielmann[1]、Anton Popov[3]、Gregor Golabek[1]、Boris Kaus[3]、Maximilian Kottwitz[3] (1.Bayerisches Geoinstitut, University of Bayreuth、2.Department of Earth Science, Tohoku University, Sendai、3.Institute of Geosciences, Johannes Gutenberg University Mainz)

[SCG51-P02] Grain growth-induced fluid localization and permeability reduction

*藤田 和果奈[1]、中村 美千彦[1]、上杉 健太郎[2] (1.東北大学大学院理学研究科、2.公益財団法人　高輝度光科学研究センター)

[SCG51-P03] Pargasite stability in the upper mantle at H_2O-undersaturated conditions

*Marija Putak Juricek[1]、Hans Keppler[1] (1.BGI)

[SCG51-P04] **Constraining the water content at the top of the mantle transition zone with the elasticity of wadsleyite and olivine**

*Zhongqing Wu[1] (1.University of Science and Technology of China)

[SCG51-P05] ***Single crystal elasticity of Fe-bearing phase E by Brillouin spectroscopy***

*Niccolo Satta[1]、Hauke Marquardt [2]、Alexander Kurnosov[1]、Tiziana Boffa Ballaran [1]、Johannes Buchen[3]、Catherine McCammon[1]、Takaaki Kawazoe[4] (1.Bayerisches Geoinstitut, University of Bayreuth, 95440 Bayreuth, Germany、2.Department of Earth Sciences, University of Oxford, South Parks Road, Oxford, UK.、3.Seismological Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, CA 91125, USA.、4.Department of Earth and Planetary Systems Science, Hiroshima University, Hiroshima 739-8526, Japan.)

[SCG51-P06] Discovery of two hexagonal phases in (Fe,Al)OOH under the P-T conditions of the deep lower mantle

*Lu Liu[1,2]、Li Zhang[1]、Hongsheng Yuan[1] (1.Center for High Pressure Science and Technology Advanced Research、2.University of Science and Technology of China)

[SCG51-P07] **Effect of grid resolution on tectonic regimes in global-scale convection models**

*Enrico Marzotto[1]、Marcel Thielmann[1]、Gregor Golabek[1] (1.Bayerisches Geoinstitut)

[SCG51-P08] A 3-D crust and uppermost mantle electrical conductivity model of subduction zone beneath NE Japan

*市來 雅啓[1,2]、海田 俊輝[1]、小川 康雄[3] (1.東北大学大学院理学研究科、2.東北大学災害科学国際研究所、3.東京工業大学理学研究院)

[SCG51-P09] *The conditions of sublithospheric diamond formation constrained from ferric iron-rich exsolution from ferropericlase inclusions.*

*Caterina Melai[1]、Daniel Frost[1]、Tiziana Boffa Ballaran[1]、Catherine McCammon[1] (1.Bayerisches Geoinstitute)

[SCG51-P10] **Probing the variation of the oxygen fugacity in diamond anvil cells using the Fe-Ir alloy as redox sensor**

*Serena Dominijanni[1]、Catherine McCammon[1]、Leonid Dubrovinsky[1]、Dan Frost[1]、Nobuyoshi Miyajima[1] (1.Bayerisches Geoinstitut)

[SCG51-P11] Goethite behavior at Earth's lower mantle conditions

*Egor Gennadievich Koemets[1]、Maxim Bykov[1]、George Aprilis[2]、Timofey Fedotenko[2]、Stella Chariton[1]、Saiana Khandarkhaeva[1]、Iuliia Koemets[1]、Marcel Thielmann[1]、Natalia Dubrovinsaia[2]、Leonid Dubrovinsky[1] (1.BGI (Bayerisches Geoinstitut), Universität Bayreuth, Germany、2.Material Physics and Technology at Extreme Conditions, Laboratory of Crystallography, Universität Bayreuth, Germany)

[SCG51-P12] The oxygen content of sulphides in the mantle and a geothermometer for diamond formation

*Sumith Abeykoon[1]、Dan Frost[1]、Vera Laurenz[1] (1.Bayerisches Geoinstitut, University of Bayreuth)

Permeability prediction of porous media with the finite difference Stokes solver LaMEM

*Philipp Eichheimer[1], Wakana Fujita[2], Marcel Thielmann[1], Anton Popov[3], Gregor Golabek[1], Boris Kaus[3], Maximilian Kottwitz[3]

1. Bayerisches Geoinstitut, University of Bayreuth, 2. Department of Earth Science, Tohoku University, Sendai, 3. Institute of Geosciences, Johannes Gutenberg University Mainz

The flow of fluids through porous media such as groundwater flow or magma migration is one of the most important processes in geological sciences. The property controlling the efficiency of the flow is the permeability of the rock, thus an accurate determination and prediction of its value is of crucial importance. For this reason, permeability of rocks has been measured across different scales. As laboratory measurements exhibit a range of limitations, the numerical prediction of permeability at conditions where laboratory experiments struggle has become an important method to complement laboratory approaches. At high resolutions, this prediction becomes computationally very expensive, which makes it crucial to develop methods that maximize accuracy. In this work we introduce the open-source finite difference solver LaMEM that can be used to numerically predict the permeability of porous media under laminar conditions. We employ a stencil rescaling method to increase accuracy due to a better description of the solid-fluid interface, thus reducing the computational cost. To validate the method, we perform a series of tests employing both analytical solutions for simplified geometries as well as results from other numerical approaches for more complicated geometries. Furthermore we compare our numerical results to laboratory measurements on glass bead samples with porosities ranging from 20% to 2.5%, showing good agreement.

Keywords: Permeability, Numerical modelling, Digital Rock Physics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Grain growth-induced fluid localization and permeability reduction

*藤田 和果奈[1]、中村 美千彦[1]、上杉 健太郎[2]
*Wakana Fujita[1], Michihiko Nakamura[1], Kentaro Uesugi[2]

1. 東北大学大学院理学研究科、2. 公益財団法人　高輝度光科学研究センター
1. Graduate School of Science, Tohoku University, 2. JASRI/SPring-8

Efficiency of segregation of geological fluids such as aqueous fluids and melts is an essential elementary process for volatile cycles in subduction zones. Permeability is an intrinsic rock property that controls flow rate of fluid. Various permeability models have been presented by numerical models of textually equilibrated rocks (e.g. 1, 2), laboratory measurements on synthetic rocks (e.g. 3) and estimation from cross-sectional area of synthetic rocks (4). However, there exist discrepancies among those models. Because permeability is very sensitive to microscopic geometry of pore fluid, those disagreements may arise from lack of understanding toward three-dimensional (3D) microstructure of fluid network.

Dihedral angle has been considered to be a critical parameter that controls fluid geometry and thus permeability. Beside, some previous studies shed light on the effect of grain growth on fluid distribution because it could induce pore fluid distortion and coalescence (5, 6). These studies suggest that in the actual systems where the microstructure of rocks evolve in dynamic processes, grain growth would be important along with the dihedral angle.

To investigate the effect of grain growth on the fluid distribution and permeability, we present 3D images of quartz–CHO fluid aggregates, containing nominal fluid fractions between 0.03 and 0.10. Samples were synthesized from a powdered mixture of Arkansus quartz and amorphous silica prepared by sol-gel method and hot-pressed in a piston–cylinder apparatus at 900˚C and 1.0 GPa for 192h. The fluid fractions and the dihedral angles were controlled using brucite added in the capsule bottom and oxalic acid dihydrate mixed with SiO_2 powder. 3D images were obtained using synchrotron X-ray microtomography at BL20XU experimental hutch2 of SPring-8. Regardless of dihedral angles (CO_2 content in fluids), both cross-sectional area and 3D images of samples showed grain-scale fluid localization which would be formed by pore fluid coalescence induced by grain growth. Computed permeabilities using numerical model, LaMEM (7) were almost consistent with laboratory measurements by (3) but more than one order of magnitude lower than a numerical model by (2). This would indicate that localized fluids extensively reduce permeability by reducing the diameter of fluid tubes along grain edges, which would suggest transport of water into Earth’s deep interior by the subducting slab.

Reference:
1. von Bargen and Waff. 1986, J. Geophys. Res. 91, 9261–9276.
2. Rudge, J.F. 2018, Proc. R. Soc. Lond. A 474, 20170639.
3. Wark and Watson. 1998, Earth Planet. Sci. Lett. 164, 591–605.
4. Faul, U.H. 1997, J. Geophys. Res. 102, 10299–10311.
5. Walte et al. 2003, Geology 2003 31, 1009-1012.
6. Yoshino and Watson. 2005, Earth Planet. Sci. Lett. 235, 453–468.
7. Kaus et al. 2016, NIC Symposium 2016

キーワード：浸透率、石英、結晶粒成長、固液二面角、流体移動

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Permeability, Quartz, Grain growth, Dihedral angle, Fluid segregation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Pargasite stability in the upper mantle at H_2O-undersaturated conditions

*Marija Putak Juricek[1], Hans Keppler[1]

1. BGI

Amphibole is the most commonly occurring hydrous mineral in mantle xenoliths and the majority of upper mantle amphiboles have compositions close to pargasite end member. Previous experimental work has demonstrated that pargasite stability is sensitive to variations in bulk alkali and water content of the starting material. While it has been successfully shown that addition of more alkali leads to stabilization of pargasite to higher P and T, the effect of water on amphibole stability is not so straightforward.

At H_2O-saturated conditions, alkali elements partition strongly into aqueous fluid and become less available for crystallization of amphibole. As a result, amphibole seemingly becomes stable at higher P and T when less H_2O is added to the starting material. This observation led to the hypothesis that pargasite may be a ubiquitous phase in the upper mantle, which is believed to contain only several hundred ppm of H_2O. However, most of the previous studies determined pargasite stability at H_2O-saturated conditions where solid phases coexist with an aqueous fluid during experiments. Since such environments are not representative of the nearly dry upper mantle, the purpose of this study is to investigate pargasite stability at H_2O-undersaturated conditions.

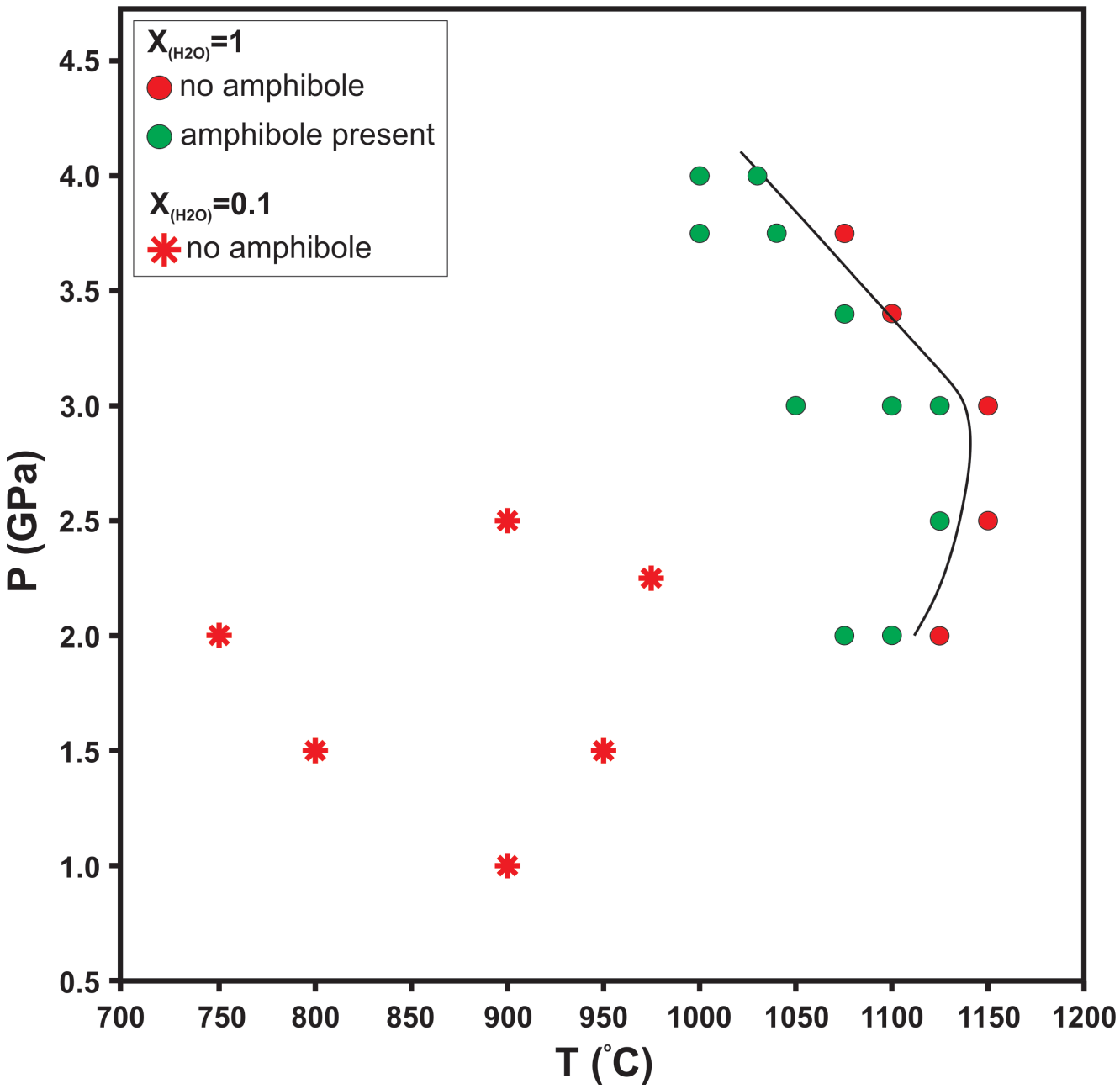
Because of the high specific surface area of powders, adsorption of atmospheric H_2O on fine grained starting materials prevents attaining H_2O-undersaturation by adding small amounts of water to the sample. Instead, H_2O-undersaturated conditions may be precisely controlled by diluting the water in the sample with another component. Under such conditions, solid phases are expected to coexist with a low water activity fluid throughout the experiment. As molecular nitrogen is mostly insoluble in upper mantle minerals, it can be used to adjust the water activity of the fluid to a desired low value.

All experiments were performed in a piston cylinder apparatus. The samples for H_2O-undersaturated experiments were prepared by adding silver azide (AgN_3) and brucite to a synthetic peridotite mixture. In several experiments water was added directly as $H_2O_{(l)}$. The amount of water was kept constant in all experiments (1 wt. percent) and the molar fraction of water in the N_2-H_2O fluid was adjusted to the desired value by weighing an appropriate amount of AgN_3, which decomposed to metallic silver and molecular nitrogen during heating. In H_2O-saturated experiments, no silver azide was added to the peridotite mixture. Experimental products were analyzed using JEOL JXA-8200 electron microprobe.

Preliminary results show that pargasite is not stable in equilibrium with fluids diluted to X_{H2O}=0.1 at pressures above 1 GPa. At H_2O-saturated conditions pargasite stability field can extend to pressures of 4 GPa and above 1100 ℃, depending on bulk alkali and water contents. Results from experiments at X_{H2O} =0.1 and X_{H2O}=1 suggest that pargasite can exist only in regions of the upper mantle which have been affected by high water activity fluids, such as areas in the vicinity of subduction zones. The ambient nominally anhydrous upper mantle, better represented by experiments at H_2O-undersaturated conditions, is not expected to contain pargasite.

Keywords: pargasite, stability, upper, mantle

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Constraining the water content at the top of the mantle transition zone with the elasticity of wadsleyite and olivine

*Zhongqing Wu[1]

1. University of Science and Technology of China

Zhongqing Wu[a,b,*], Wenzhong Wang[a,b], Michael J. Walter[c] ,Ye Peng[a,b], Simon Redfern[d],

[a] Laboratory of Seismology and Physics of Earth’ s Interior, School of Earth and Space Sciences, University of Science and Technology of China, Hefei, Anhui 230026, China

[b] Mengcheng National Geophysical Observatory, Anhui, China

[c]School of Earth Sciences, University of Bristol, Bristol BS8 1RJ, UK

[d]Department of Earth Science, University of Cambridge, Cambridge CB2 3EQ, UK

The water content in the mantle transition zone (MTZ) exerts a controlling influence on the dynamical and chemical evolution of Earth, but is poorly known. In principle the water content at the top of the transition zone can be inferred by comparing the velocity and density contrasts across the 410-km seismic discontinuity with predictions based on the phase transition of olivine to wadsleyite. The high-quality elastic data of at pressure and temperature (PT) conditions of the transition zone are crucial but are very challenge for experiments to obtain. Calculating these elastic data at high PT conditions in conventional method are also very expensive. Instead, these elastic data were calculated using the method of Wu and Wentzcovitch (2011), which reduces the computational workload to tenth of the conventional method. All calculations for two phases were conducted using the same computational details as far as possible, which guarantees that the velocity and density differences between two phases have very high precise. All these calculated elastic data agree well with the available experimental data. The iron and water effect on the elasticity are also well described.

With these high-quality elastic data covered the PT condition of the transition zone, we analyze the water and wadsleyite content at the top of the transition zone. We found that the water content of wadsleyite at the top of the transition zone can be well constrained when density and velocities jumps are considered together. For a pyrolitic mantle composition with ~60% olivine, our best fit is ~ 0.5 wt% water at the top of the transition zone. If the transition zone is dry, as suggested by some electrical conductivity models, the upper mantle may only contain ~ 50% olivine.

Wu, Z., Wentzcovitch, R.M., 2011. Quasiharmonic thermal elasticity of crystals: An analytical approach. Phys. Rev. B - Condens. Matter Mater. Phys. 83, 1–8. doi:10.1103/PhysRevB.83.184115

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Single crystal elasticity of Fe-bearing phase E by Brillouin spectroscopy

*Niccolo Satta[1], Hauke Marquardt [2], Alexander Kurnosov[1], Tiziana Boffa Ballaran [1], Johannes Buchen[3], Catherine McCammon[1], Takaaki Kawazoe[4]

1. Bayerisches Geoinstitut, University of Bayreuth, 95440 Bayreuth, Germany, 2. Department of Earth Sciences, University of Oxford, South Parks Road, Oxford, UK., 3. Seismological Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, CA 91125, USA., 4. Department of Earth and Planetary Systems Science, Hiroshima University, Hiroshima 739-8526, Japan.

Earth’s deep water cycle plays a key role for the dynamic evolution of our planet and the development of habitable conditions. Surface water can be transported to Earth’s mantle by subduction of oceanic lithosphere. Experimental investigations have shown that water can be efficiently stored in Dense Hydrous Magnesium Silicates (DHMS) in cold subducting slabs. However, quantification of the incoming water budget based on the interpretation of seismological observations is hampered by a lack of elasticity measurements of DHMSs. Here, we report single-crystal elasticity measurements of Fe-bearing phase E, a DHMS that is stable at pressures and temperature of Earth’s mantle transition zone. A very low bulk modulus has been reported for phase E, suggesting that it might produce seismic velocity heterogeneities detectable by seismological investigations. However, the shear modulus of phase E has not been quantified.

We synthesized Fe-bearing phase E single crystals in a multi-anvil apparatus. Chemical composition as well as crystal structure have been determined using electron microprobe analysis, Mössbauer spectroscopy, and single-crystal X-ray diffraction. We derived the full elastic stiffness tensor by Brillouin spectroscopy on two single crystals of selected orientations. We found phase E to have both the lowest bulk modulus and shear modulus among the DHMSs at ambient conditions. Phase E shows very low compressional and shear velocities especially when compared to the other principal minerals likely present in subducting slabs after serpentine breakdown. Modelling of seismic velocities in dry and hydrated upper mantle and transition zone rocks suggests that the presence of even small amounts of phase E can appreciably lower seismic wave velocities. Phase E could be used as seismological indicator for water stored at depth in subducting scenarios. The elasticity of phase E under mantle conditions will be explored in future research.

Keywords: Brillouin scattering, Phase E, Seismic wave velocities

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Discovery of two hexagonal phases in (Fe,Al)OOH under the P-T conditions of the deep lower mantle

*Lu Liu[1,2], Li Zhang[1], Hongsheng Yuan[1]

1. Center for High Pressure Science and Technology Advanced Research, 2. University of Science and Technology of China

Deep water can cause a series of complex seismological phenomena by changing the density and thermal stability of lower mantle components. δ-H solid solution phase (AlOOH-$MgSiO_2(OH)$) is stable at lower mantle conditions[1],because the crystallographic frameworks of the phase H is similar to that of the δ-AlOOH phase, with very strong hydrogen bonds[2,3]. δ-AlOOH and ε-FeOOH can also form solid solution[4] (δ - ε solution). It is reasonable to infer that δ - ε solid solution may have similar thermal stability as that of H-δ solution, considering their similar crystal structure[5]. In our experiments, we synthesized the δ - ε solution at 79GPa and 1600K in a laser-heated diamond anvil cell. As the temperature increases to 2100k, the orthorhombic δ - ε solution transformed into a hexagonal-structured phase. By combining powder X-ray diffraction techniques with multigrain indexation[6], we determined its hexagonal lattice with a=b=10.019Å and c=2.614Å. At 79GPa and 2400K, the hexagonal phase transforms into another hexagonal phase, with the lattice parameters of a=b=2.733Å and c=9.343Å. The discovery of these two new phases may provide new insights into the deep-water storage.

References

1.Ohira I, Ohtani E, Sakai T, et al. Stability of a hydrous δ-phase, AlOOH-$MgSiO_2(OH)_2$, and a mechanism for water transport into the base of lower mantle[J].Earth and Planetary Science Letters, 2014, 401: 12-17.
2.Ohtani, E., Amaike, Y., Kamada, S., Sakamaki, T. and Hirao, N. Stability of hydrous phase H $MgSiO_4H_2$ under lower mantle conditions. Geophys. Res. Lett. 41, -8287 (2014).
3.Nishi M,Kuwayama Y,Tsuchiya J,et al.The pyrite-type high-pressure form of FeOOH[J]. Nature,2017,54(7662):205-208.
4.T Kawazoe,I Ohira,T Ishii et al. Single crystal synthesis of δ-(Al,Fe)OOH American Mineralogist. Volume 102, pages 1953–1956, (2017)
5.Gleason A E,Quiroga C E,Suzuki A,et al.Symmetrization driven spin transition in ε-FeOOH at high pressure[J]. Earth and Planetary Science Letters, 2013, 379: 49-55.
6.Zhang L,Yuan H,Meng Y,et al.Discovery of a hexagonal ultradense hydrous phase in (Fe, Al) OOH[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences,2018,115(12):2908-2911.

Keywords: High temperature and high pressure experiment, hydrous phase, diamond anvil cell

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Effect of grid resolution on tectonic regimes in global-scale convection models

*Enrico Marzotto[1], Marcel Thielmann[1], Gregor Golabek[1]

1. Bayerisches Geoinstitut

Global-scale convection models using a visco-plastic rheology coupled with a temperature-dependent viscosity usually show different tectonic regimes: mobile, episodic or stagnant lid.

In the mobilelidregime, the lid is continuously subducting into the mantle (plate-like behavior). The episodic lid regime is characterized by the stability of the lid until sufficiently large lithospheric stresses break it, causing rapid resurfacing. Finally the stagnant lid regime is defined by an undeformable lid that does not participate in convection

In numerical simulations these three types of regimes can be obtained by varying some target parameters such as: temperature-dependency of viscosity and yield stress.

The yield stress in particular is a key parameter because it sets the stress necessary to cause plastic yielding, hence, in a visco-plastic rheology, the stress necessary to break the cold surface regions. A high yield stress will result in a stagnant lid. On the other hand, a low yield stress causes a weak lid that is constantly broken and sinks into the mantle.Despite the key importance of physical parameters, also numerical parameters have an effect on the tectonic regime, determining different outcomes justby changing the grid resolution.

Here we use the code StagYY (*Tackley, 2008*) in a 2D spherical annulus geometry (*Hernlund & Tackley, 2008*) to determine the resolution-dependent tectonic regime for different yield stresses in global-scale convection models. To assess the effect of grid resolution on lid behavior we use 16 different resolutions keeping all physical parameters unchanged. To make sure that steady state has been reached each simulation is run for 15 Gyrs. Tested resolutions vary from 128x32 to 1024x256 grid points. To understand this influence on the tectonic regime we study the resolution within the lid requiring an appropriate lid definition, based on the thermal and velocity field. Our results show that there is a correspondence between low radial resolution and mobile lid regime and that low aspect ratio cells (azimuthal to radial grid spacing) favor a plate-like behavior of the lid, while for large aspect ratios the mobile lid regime is persistent.

This work is the first part of a larger project, aiming to studyslab stagnation and hydration of the mantle transition zone (MTZ) using self-consistent global-scale mantle convection models, where subducting slabs carry water from the surface into the Earth’ s interior and potentially hydrate the MTZ. We expect that our previous work packages will help us to obtain realistic slab ponding in the MTZ, so we can study the hydration state of this region over time.

References:

Tackley, P. J. (2008). Modelling compressible mantle convection with large viscosity contrasts in a

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

three-dimensional spherical shell using the yin-yang grid. *Phys. Earth Planet. Int.* 171, 7-18.

Hernlund, J. W. and P. J. Tackley (2008). Modeling mantle convection in the spherical annulus. *Phys. Earth Planet. Int.* 171, 48-54

Keywords: Geodynamical Modelling, StagYY, Grid Resolution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A 3-D crust and uppermost mantle electrical conductivity model of subduction zone beneath NE Japan

*市來 雅啓[1,2]、海田 俊輝[1]、小川 康雄[3]
*Masahiro Ichiki[1,2], Toshiki Kaida[1], Yasuo Ogawa[3]

1. 東北大学大学院理学研究科、2. 東北大学災害科学国際研究所、3. 東京工業大学理学研究院
1. Graduate School of Science, Tohoku University, 2. International Research Institute of Disaster Science, 3. School of Science, Tokyo Institute of Technology

The crustal fluids beneath NE Japan is originated from dehydration of subducting Pacific slab or from convection in the backarc mantle, as is shown by seismic tomography [e.g. Zhao, 2017]. We investigated the fluid transportation paths from upper mantle to crust of subduction zone using electrical conductivity exploration.

We expanded electromagnetic field observation sites (96 sites) to northern part of NE Japan and obtained magnetotelluric responses and geomagnetic transfer functions in the period range of 20 –30720 seconds (22 periods) by BIRRP code [Chave and Thomson, 2004]. We used WSINV3D [Siripunvaraporn and Egbert, 2009] to invert those responses into three dimensional electrical resistivity model.

The preliminary model gives normalized root mean square misfit 5.87. A prominent conductor appears in the crust to uppermost mantle and the conductor spreads towards backarc direction. In our previous model [Ichiki et al., 2015], we found the overturned shape conductor towards backarc direction in the mantle wedge beneath central part of NE Japan. This study has found it beneath northern part NE Japan as well.

Those imply the crustal fluid and/or melt is transported along the pathway that is the plate boundary beneath the volcanic front to the backarc crust. The fluid transportation can explain the presence of enigmatic backarc volcano in the NE Japan. In this presenation, we speculate and discuss evolution of this pathway in geological time on the basis of the chlonological data of igneous rocks [Yoshida et al., 2013].

Acknouwledgement: This study is financially supported by KAKEN-HI No.26109006.

キーワード：電気伝導度、比抵抗、MT法、沈み込み帯
Keywords: electrical conductivity, resistivity, magnetotelluric, subduction zone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The conditions of sublithospheric diamond formation constrained from ferric iron-rich exsolution from ferropericlase inclusions.

*Caterina Melai[1], Daniel Frost[1], Tiziana Boffa Ballaran[1], Catherine McCammon[1]

1. Bayerisches Geoinstitute

Ferropericlase is apparently one of the more common inclusions to be found in sub-lithospheric diamonds, which are considered to form in the convecting mantle. Although relatively rare, these inclusions have been examined in a number of studies in the hope of providing information on the formation conditions of such deep diamonds, which could potentially be in the transition zone or lower mantle. The wide range of oxide Fe/(Fe+Mg) ratios found has raised the idea that they may form through the oxidation of iron metal. During TEM investigations, however, evidence for the exsolution of Fe_2O_3-rich phases such as magnesioferrite have been found, which implies that a more complex scenario may be involved. Ferropericlase-magnesiowüstite diamond inclusions are most likely some of the deepest available samples from the mantle and they potentially provide the most direct evidence for deep mantle carbon transport processes. The ferric iron contents of such inclusions alone may not provide a direct estimate for the oxygen fugacity at which the inclusions were trapped, particularly if pressure has a strong effect on the fo_2 - Fe^{3+}/Fe_{tot} relationship. However, using experimental data it is possible to determine the oxygen fugacity at which the exsolution observed in the diamond inclusions occurred and coupled with the oxide Fe^{3+}/Fe_{tot} ratio this could be used to estimate the pressure of formation.

The ferropericlase- magnesioferrite system has been investigated by several studies at room pressure but the stability field of the two components has been shown to become more complicated at high pressure due to the formation of mixed valence oxides. We have combined experimental measurements with thermodynamic modelling in order to address two main questions: at which P, T, fO_2 conditions do Fe_2O_3 -rich phases exsolve from ferropericlase? And what is the maximum Fe^{3+}/Fe_{tot} ratio of ferropericlase. To answer these questions, multianvil experiments have been performed between 6 –25 GPa and 1200-1800˚C using a starting composition of $(Mg_{86}Fe_{14})O$ plus 20 % Fe_2O_3. Pt powder was added to the experiments to act as a redox sensor and minor amounts of Ni, Cr, Mn and Na were also added. Samples were then analyzed with the scanning electron microscope, electron microprobe, Mössbauer spectroscopy and X-ray diffraction. In the recovered experiments ferropericlase coexists with magnetite-magnesioferrite solid solution up to 10 GPa and $Mg_2Fe_2O_5$-Fe_4O_5 solid solution at higher pressures. In the calculation of the oxygen fugacity a ferropericlase model in the FeO-$Fe_{2/3}O$-MgO system was employed and exchange of Mg and Fe^{2+} in magnetite was accounted for. Oxygen fugacities at which the phases coexist can be calculated in the magnetite-magnesioferrite field using three different equilibria and a quite simple ferropericlase mixing model results in calculated oxygen fugacities that are within 0.1 log units of each other for all three equilibria. The results show that magnetite-magnesioferrite solid solution should not be in equilibrium with ferropericlase in the diamond stability field. Our results imply that the exsolution of Fe^{3+} rich phases observed in natural samples likely occurred at pressures corresponding to the transition zone or deeper.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Probing the variation of the oxygen fugacity in diamond anvil cells using the Fe-Ir alloy as redox sensor

*Serena Dominijanni[1], Catherine McCammon[1], Leonid Dubrovinsky[1], Dan Frost[1], Nobuyoshi Miyajima[1]

1. Bayerisches Geoinstitut

Understanding the oxygen fugacity (fO_2) in diamond anvil cells (DACs) is an important issue for many reasons, among them reconciling contradictory results that have been obtained for carbonate studies (Cerantola et al., 2017; Dorfman et al., 2018) that might be due to different redox conditions during the experiments. We therefore investigated the fO_2 conditions during DAC experiments using powder X-ray diffraction (beamlines ID15b and ID27) and energy-domain Synchrotron Mössbauer Source (SMS) spectroscopy (beamline ID18) at the European Synchrotron Radiation Facility (Grenoble, France). Double sided laser heating experiments (Aprilis et al., 2017) were carried out at high pressure and temperature using a mixture of synthetic ferropericlase $(Mg_{0.75}Fe_{0.25})O$ and pure iridium powder as a sliding redox sensor (Borisov and Palme, 2000; Swartzendruber, 1984; Taylor et al., 1992). The Fe content in the Fe-Ir alloy, together with the amount of FeO in ferropericlase, allows a calculation of fO_2 during the experiments (Stagno et al., 2011; Woodland and O'Neill, 1997). Preliminary results from powder X-ray diffraction data show that, after heating, an Fe-Ir metal alloy that can be indexed in the Fm-3m space group is formed by the reaction of pure Ir and Fe from ferropericlase according to the reaction:

(Mg,Fe)O + Ir --> (Mg,Fe)O + (Fe,Ir)

The compressibility of the Fe-Ir alloy and ferropericlase was measured up to ~ 60 GPa and SMS data were collected before and after heating. X-ray diffraction results coupled with energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDS) measurements and a simple thermodynamic model indicate that the redox conditions during the DAC experiments were close to the iron-wüstite (IW) buffer, although some inhomogeneity was observed. Further chemical analyses and additional experiments are ongoing to understand the variation of oxygen fugacity in a DAC during laser heating.

Keywords: oxygen fugacity , redox sensor, diamond anvil cell

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Goethite behavior at Earth's lower mantle conditions

*Egor Gennadievich Koemets[1], Maxim Bykov[1], George Aprilis[2], Timofey Fedotenko[2], Stella Chariton[1], Saiana Khandarkhaeva[1], Iuliia Koemets[1], Marcel Thielmann[1], Natalia Dubrovinsaia[2], Leonid Dubrovinsky[1]

1. BGI (Bayerisches Geoinstitut), Universität Bayreuth, Germany, 2. Material Physics and Technology at Extreme Conditions, Laboratory of Crystallography, Universität Bayreuth, Germany

Water and water-bearing species have a strong impact on numerous processes in Earth’ s interiors. Presence of water affects chemical and physical properties of mantle minerals, changes melting temperatures, sound velocities and viscosity of materials, and causing different global phenomena such as, for example, arc volcanism and plate tectonics. Thereby, the deep Earth’ s regions enriched with water are crucial for understanding our planet’ s geodynamics and geochemistry. Still, mechanisms of water circulation between geospheres remain poorly understood. Recent studies suggest that goethite present in Banded Iron Formations (BIFs) may transfer some quantities of water to the deep Earth interiors with subducting slabs. It was reported that goethite remains stable in the sinking slab until it reaches the base of a lower mantle. By the meaning of in situ powder XRD it was revealed that at pressures corresponding to the depths ~1500-1800 km and moderately high temperatures goethite undergoes a phase transition to form a novel stable pyrite-type phase FeO_2H_x with $0 \leqq x \leqq 1$ (named as Py-phase). Thus, goethite and its HP pyrite-type form became a candidate for water and/or hydrogen transfer and storage to the lower mantle and the core-mantle boundary. Using laser-heating in diamond anvil cells we performed a series of experiments on an investigation of goethite (as a starting material) stability at P-T conditions covering possible range in subducting slabs. By the meaning of sensitive in situ single-crystal XRD in DACs we registered decomposition of goethite and formation of known (such as ι-Fe_2O_3, η-Fe_2O_3, a high-pressure orthorhombic form of Fe_3O_4, Fe_5O_7) and novel iron-oxygen compounds. Results of structure solution and refinement established these compounds to be orthorhombic Fe_7O_{10} and hexagonal non-stoichiometric phase $Fe_{6.31}O_9$. Our results suggest that FeOOH cannot transport water into the deep of Earth’ s mantle.

Keywords: Goethite, Diamond anvil cell, High Pressure, Single-crystal XRD, Subducting slabs

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The oxygen content of sulphides in the mantle and a geothermometer for diamond formation

*Sumith Abeykoon[1], Dan Frost[1], Vera Laurenz[1]

1. Bayerisches Geoinstitut, University of Bayreuth

Sulphides are ubiquitous accessory minerals in mantle rocks and form the most prevalent type of inclusion in diamonds. Diamond sulphide inclusions are trapped as sulphide melts that crystallise on cooling to form Fe-Ni monosulphide solid solution (MSS) and ultimately recrystallizes to assemblages containing pyrrhotite, $Fe_{(1-x)}S$ (x = 0 to 0.2), pentlandite, $(Fe,Ni)_9S_8$, and sometimes pyrite (FeS_2). Sulphide inclusions are also found in many xenoliths but those which are hosted by diamonds provide potentially the most pristine samples from the lithospheric mantle and deeper. Previous experiments indicate that oxygen partitions into sulphide melts and although sparse, some measurements of natural sulphide inclusions from mantle xenoliths indeed show measurable and in some cases relatively high oxygen concentrations. If the parameters that control sulphide oxygen concentration can be determined then they could be potentially used to understand conditions in the mantle and in particular in sublithospheric diamonds. The oxygen content of sulphides separating to the core during core formation could have also influenced the oxygen fugacity of the early mantle.
We have measured the oxygen contents of sulphide melts within experimentally produced mantle assemblages at high pressures and temperatures. A series of multi-anvil experiments were conducted to equilibrate a peridotite assemblage with molten sulphide (FeS) at pressures between 3 –11 GPa and temperatures of 1300 ˚C –1700 ˚C. The effects of pressure, temperature, oxygen fugacity and composition have been investigated. Oxygen fugacity was determined in some experiments by saturating the sulphide in Ir to produce a separate Ir-Fe metal alloy, for which the Fe content is a function of oxygen fugacity. The results show that sulphide melt oxygen contents can range up to 16 weight % FeO, at mantle conditions. Moreover, the content of oxygen in the sulphide is found to be not controlled by fO_2 or fS_2, which is in disagreement with previous experimental studies conducted at ambient pressure conditions. The experiments indicate that the oxygen concentration is mainly controlled by the FeO activity in coexisting silicates phases and the temperature, although further work is still required to calibrate effects of Ni and Cu. In order to fit the data and to account for the FeO dependence, we developed a thermodynamic model using an end-member equilibrium between olivine, pyroxene and FeO in the sulphide melt. The resulting relationship can be used as a geothermometer based on sulphide inclusion oxygen contents and could be particularly useful for determining diamond formation temperatures for sub lithospheric diamonds.

Keywords: Sulfide, Oxygen, Geothermometer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 13:45 ~ 15:15 | A11 東京ベイ幕張ホール

[S-CG51] Role of volatiles on Earth and planetary dynamics

コンビーナ:石井 貴之(バイロイト大学バイエルン地球科学研究所)、大谷 栄治(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、中村 美千彦(東北大学大学院理学研究科地学専攻地球惑星物質科学講座)、Mysen Bjorn(Geophysical Laboratory, Carnegie Inst. Washington)、座長:中村 美千彦、大谷 栄治(東北大学)

This session addresses how volatile species affect dynamics of the
Earth and planets from natural observations, laboratory experiments, and
numerical modeling in the temperature, pressure, and oxygen activity
range from the early stage of the planet formation to the present. The
volatiles can be critical in zones of magma storage and ascent, mantle
upwelling and melting in the fluid-enriched subduction zones, in the
mantle transition zone, in the lower mantle, in the core-mantle boundary,
and in Earth and planetary cores. However, volatiles affect properties
and processes differently depending on their pressure, temperature, and
redox conditions, which vary in time and space.
 This session aims to address how volatiles control the dynamic
processes of the Earth and planets, governed by their geophysical and
geochemical properties. We welcome papers dealing with geological and
laboratory observations coupled with numerical modeling on the role of
volatiles. The topics include (1) Stability relations, chemical and
physical properties of crystalline, molten and fluid phases,
partitioning of volatiles among these phases, (2) Rheological and other
physical properties of minerals, and the effects of intergranular fluid
on the properties, (3) Volatiles and dehydration induced seismicity and
volcanism in various tectonic regions including subduction zones, and (4)
Effects of volatiles in numerical simulation of geo-tectonics, and (5)
Magma outgassing and its control of volcanic eruption dynamics.

13:45 ~ 14:00

[SCG51-01] Constraining the degassing rate of the mantle since 3 Ga using the deficit of xenon-129 in the ancient atmosphere

★Invited Papers

*Bernard Marty[1]、David Bekaert[1]、Michael Broadley[1] (1.Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques/ CNRS - Universite de Lorraine France)

14:00 ~ 14:15

[SCG51-02] **Investigating volatile cycles in the terrestrial mantle by incorporating He and Ar isotopes into geodynamical models of mantle convection**

★Invited Papers

*Rosie Ellen Jones[1]、Peter van Keken[2]、Jonathan M Tucker[2]、Chris J Ballentine[1] (1.Department of Earth Sciences, University of Oxford, Oxford, UK、2.Department of Terrestrial Magnetism, Carnegie Institution of Washington, Washington, USA)

14:15 ~ 14:30

[SCG51-03] Fluid circulation in the forearc mantle wedge inferred from the dihedral angle in an olivine-H_2O-NaCl system

*Yongsheng HUANG[1]、Takayuki Nakatani[1]、Michihiko Nakamura[1]、Catherine McCammon[2] (1.Graduate School of Science, Tohoku University、2.Byerisches Geoinstitut, University of Bayreuth)

14:30 ~ 14:45

[SCG51-04] The oxygen fugacity of serpentinites: implications for subduction zone redox evolution

*Lisa Eberhard[1]、Dan Frost[1]、Catherine McCammon[1] (1.BGI)

14:45 ~ 15:00

[SCG51-05] Experimental study of the effect of composition on water solubility in natural silicate melts

*山下 茂[1] (1.岡山大学惑星物質研究所)

15:00 ~ 15:15

[SCG51-06] Deep mantle volatile cycle and plate tectonics: Impact to the climate evolution

*中川 貴司[1]、門屋 辰太郎[2]、田近 英一[3] (1.香港大学、2.ワシントン大学、3.東京大学)

Constraining the degassing rate of the mantle since 3 Ga using the deficit of xenon-129 in the ancient atmosphere

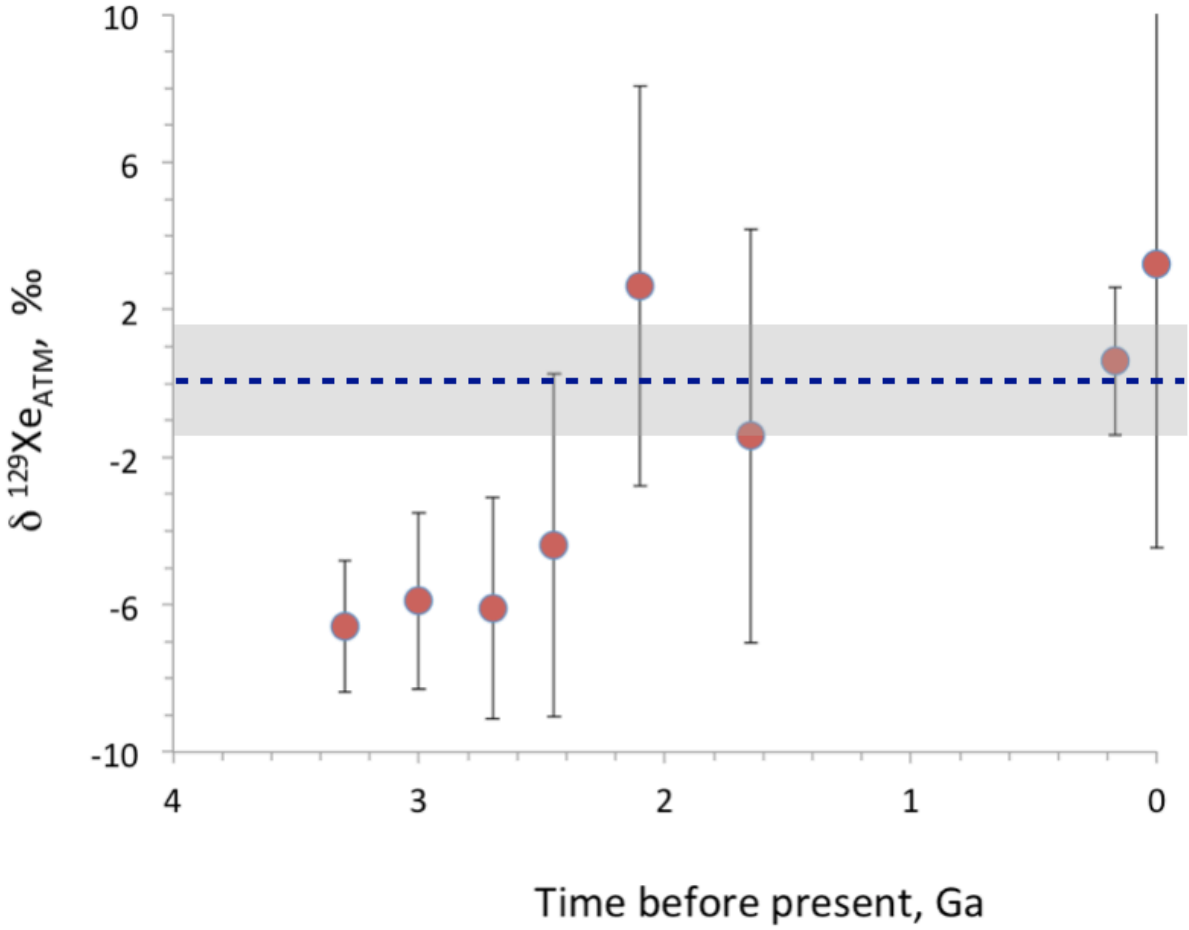
*Bernard Marty[1], David Bekaert[1], Michael Broadley[1]

1. Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques/ CNRS - Universite de Lorraine France

Degassing of volatile elements from the mantle to the atmosphere requires decompression melting, magma generation and degassing, and is therefore linked to mantle convection. Mantle convection is a physical process that tends to minimize temperature contrasts between the Earth's surface and the deep regions of the mantle. Hence its strength was variable through geological periods of time as it depended on heat generation within the Earth as well as heat dissipation to space. Convection of planetary mantles is a key driver of the evolution of planets and on Earth has been modulating the generation and stabilization of the continental crust. Still the thermal regime of the Earth, and notably the radiogenic/total heat production ratio (the Urey number) are not precisely known. It is related to the distribution of radioactive isotopes (mainly ^{238,235}U, ^{232}Th, ^{40}K) among Earth's reservoirs which varied through time, on the latent heat of core crystallization, on the residual energy of accretion, and on the heat dissipation from the Earth's interior, which depends on mantle convection, a self-regulating process. Geological and geochemical observations have the potential to set constraints on variations of mantle convection in the distant time. Atmospheric xenon presents excesses in ^{129}Xe, an isotope contributed by the decay of extinct iodine-129 ($T_{1/2}$ = 16 Ma). Part of this excess resulted from early degassing of the mantle and, possibily from contributions of comet to early Earth. Mantle degassing also contributed ^{129}Xe to the atmosphere through time since the solid Earth is rich in ^{129}Xe compared to the atmosphere. In agreement with this possibility, remnants of the Archean atmosphere trapped in fluid inclusions (Avice et al *Nature Comm*, 2017, GCA 2018) and in organic matter (Bekaert et al Science Adv 2018) show that xenon in Archean air was depleted in ^{129}Xe compared to the modern composition (see Figure; error bars at 2 s; the grey area represents the reproducibility of air standards at the 2 slevel). However, this deficit cannot be accounted for by the modern degassing rate (as estimated from noble gas fluxes from the mantle), and requires degassing rates two orders of magnitude larger in the distant past than at present. This discrepancy implies a more vigorously convecting Archean-Proterozoic Earth, and suggests a potential impact on the composition of the Archean atmosphere. It also leads credence to models advocating a magmatic origin for drastic environmental changes like the great oxidation event.

Keywords: mantle degassing, Archean, noble gases

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Investigating volatile cycles in the terrestrial mantle by incorporating He and Ar isotopes into geodynamical models of mantle convection

*Rosie Ellen Jones[1], Peter van Keken[2], Jonathan M Tucker[2], Chris J Ballentine[1]

1. Department of Earth Sciences, University of Oxford, Oxford, UK, 2. Department of Terrestrial Magnetism, Carnegie Institution of Washington, Washington, USA

The dichotomy in $^{3}He/^{4}He$ isotopes ratios between mid ocean ridge and ocean island basalt samples (MORB and OIB) has provided a fundamental cornerstone in defining the need for a long-lived, volatile rich, and possibly primordial, geochemical reservoir within the deep mantle. However, this is somewhat at odds with evidence from other radiogenic isotope systems (e.g., U-Th-Pb, Lu-Hf, Sm-Nd, Rb-Sr), as well as geophysical evidence, for recycled surficial/crustal material in the deep mantle. Geodynamic models of mantle convection have been developed to incorporate earth-like phase and viscosity changes and can reproduce earth-like surface heat flow and plate motion. When such models take into account the higher density of the subducting oceanic crust, compared to the surrounding mantle, it provides a mechanism of retarding convection in the deepest mantle and reproduces observed geochemical distributions in multiple isotope systems (U-Th-Pb, Rb-Sr, Sm-Nd, Lu-Hf and Re-Os) that define the DMM, HIMU and EMI mantle endmembers (Brandenburg et al., 2008, Jones et al., 2017). Here we use a geodynamical model of mantle convection (Brandenburg et al., 2008), and combine it with geochemical input parameters, to investigate whether the subduction of dense eclogite can retard lower mantle convection sufficiently to explain the observed differences in $^{3}He/^{4}He$ obtained for MORB and OIB. We go on to analyse the effect of ^{3}He outgassing from the Earth's core and early recycling of extra-terrestrial material containing high ^{3}He (e.g., interplanetary dust particles (IDPs)) into the mantle. The K-Ar system is also incorporated into the model and earth-like ^{40}Ar planetary degassing from the mantle is reproduced. We explore the impact of ^{36}Ar recycling on the $^{40}Ar/^{36}Ar$ compositions of MORB and OIB. The results suggest recycling of atmospheric Ar can produce the observed $^{40}Ar/^{36}Ar$ compositions of the upper and lower mantle.

Brandenburg, J.P., Hauri, E.H., van Keken, P.E., Ballentine, C.J., 2008. Earth and Planetary Science Letters 276, 1-13.

Jones, R., van Keken, P. E., Hauri, E., Vervoort, J. D., & Ballentine, C. J., 2017. AGU Fall Meeting Abstracts.

Keywords: He isotopes, Ar isotopes, Mantle convection, Geodynamic model, Geochemistry, Volatiles

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Fluid circulation in the forearc mantle wedge inferred from the dihedral angle in an olivine-H_2O-NaCl system

*Yongsheng HUANG[1], Takayuki Nakatani[1], Michihiko Nakamura[1], Catherine McCammon[2]

1. Graduate School of Science, Tohoku University, 2. Byerisches Geoinstitut, University of Bayreuth

In subduction zones, the circulation of slab-released aqueous fluids is crucial to understand the generation of arc magma and recycle of materials, and further to constrain the global geodynamics. The infiltration of aqueous fluids plays an important role in controlling geophysical properties of the mantle wedge such as elasticity, permeability and electrical conductivity. Recently, magnetotellulic studies found a high electrical conductor beneath the fore-arc region which was interpreted as a storage of voluminous slab-derived fluid, implying the presence of permeable mantle wedge at fore-arc depths. By contrast, experimental constraints on dihedral (wetting) angle (θ) in the olivine-H_2O system indicated the fluid is once trapped in isolated pores ($\theta > 60^\circ$) within the down-dragging mantle matrixat fore-arc depths and finally released just beneath the arc volcano where $\theta < 60^\circ$. Here we present the precisely determined dihedral angles in the olivine and NaCl-bearing aqueous fluid (5–27.5 wt% NaCl) system at 1–4 GPa and 800–1100˚C to reveal the influence of NaCl on the fluid connectivity because the NaCl is now recognized to be an important constituent of subduction zone fluids. We found that NaCl significantly decreases θ down to below 60˚ at all the investigated temperature and pressure conditions even at 5 wt% NaCl. Our results suggest that released NaCl-bearing aqueous fluid begins to form an interconnected network in the mantle at relatively shallow depths of ~80 km and can partly penetrate the fore-arc crust without causing mantle melting, which could account for the high electrical conductivity anomalies beneath the for-are region. Our model also emphasizes that partial melting of peridotite triggered by the addition of aqueous fluid can occur more widely than that previously thought, and implies that the release depth of aqueous fluid is not a primary control on the volcanic front position. This work was supported by the JSPS Japanese-German Graduate Externship.

Keywords: dihedral angle, NaCl-bearing, fluid network, mantle wedge, subduction zone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The oxygen fugacity of serpentinites: implications for subduction zone redox evolution

*Lisa Eberhard[1], Dan Frost[1], Catherine McCammon[1]

1. BGI

At subduction zones H_2O and CO_2 are returned to the Earth’ s mantle, bound within hydrous and carbonate minerals. Serpentinites are considered to be major carriers of H_2O into the mantle but natural exposures indicate that some sections of serpentinized mantle also contain significant amounts of carbonate minerals. Determining the fate of so called ophicarbonate rocks presents an important challenge because it involves the interaction between both H_2O- and CO_2- bearing fluids. A further aspect however is that serpentine minerals also contain ferric in addition to ferrous iron. Natural serpentinites record in fact a very wide range of Fe^{3+}/Fe^{tot} ratio but the effect of this ratio on the high pressure stability of serpentine and the relationship with the speciation of coexisting C-O-H fluid phases is unknown.

We have examined the stability of the serpentinite mineral antigorite within ophicabonate assemblages at subarc conditions as a function of P, T and fO_2. Multi-anvil experiments were performed both inside the stability field of antigorite, but also at conditions where antigorite starts to dehydrate. Natural serpentinites are used as starting materials with initially high and low Fe^{3+}/Fe^{tot} ratios. Calcium carbonate was then added to these assemblages to simulate ophicarbonate composition. Iridium metal was added to some nominally unbuffered experiments to allow the oxygen fugacity to be determined, whereas in other experiments the oxygen fugacity was fixed using powders of Ru + RuO_2 and Re + ReO_2 distributed throughout the sample. Ferrous Fe is located in the octahedral site of antigorite whereas ferric Fe may additionally occupy the tetrahedral site of the trioctahedral 1:1 sheet silicates, providing charge balance. We have determined the location and speciation of the Fe atoms in serpentinites as a function of fO_2, P and T by using Mössbauer spectroscopy to examine the run products of the multi-anvil experiments.

The experiments were run for approximately 3 days during which it was possible to change the Fe^{3+}/Fe^{tot} ratios of the starting materials to both higher and lower ratios depending on the redox buffers employed. We found that the relationship between the Fe^{3+}/Fe^{tot} ratio of antigorite and the oxygen fugacity is very temperature dependent with antigorite Fe^{3+}/Fe^{tot} ratios decreasing sharply at the same oxygen fugacity as dehydration commences. This behaviour should cause the oxygen fugacity within subducting lithosphere to increase as dehydration takes place, which will have important implications for fluid speciation. On the other hand the stabilisation of ferric iron in antigorite at high oxygen fugacities appears to have a minimal effect on the temperature of dehydration.

Keywords: Serpentine, subduction zone, f(O2), Multi-anvil, Mössbauer spectroscopy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Experimental study of the effect of composition on water solubility in natural silicate melts

*山下 茂[1]
*Shigeru Yamashita[1]

1. 岡山大学惑星物質研究所
1. Institute for Planetary Materials, Okayama University

Water is the first dominant volatile dissolved in magmas. Oversaturation and exsolution of the water in magmas affects the buoyancy and excess vapor pressure of the system, and hence the water solubility in silicate melts is fundamental in controlling magma transport beneath volcanoes. Many experimental studies of the solubility for water in natural silicate melts are now available, but most of them were performed over a limited range of composition. For example, published solubility data for water are rather sparse for the natural silicate melts having moderate SiO_2 contents. This has resulted in insufficient data coverage of composition space, which makes difficult to precisely model if a melt is subject of compositional change due to partial crystallization, assimilation, or magma hybridization. This study presents results from experimental determinations of the solubility for water in a natural dacitic melt at near-the liquidus and the superheated conditions.

The starting material for the experiments was the natural subalkaline dacite JA1 (GSJ standard reference material, ~65 wt% SiO_2). A nominally anhydrous glass was prepared from the starting material, and the glass was equilibrated with water in an internally heated pressure vessel for ~24 hours at 1000-1200 ˚C and 100-200 MPa. Double capsule technique was employed to control the oxygen fugacity in the sample along Ni-NiO buffer during the experiments. The water content in the quenched glass was determined from the near infrared absorption intensities of the hydroxyl groups band at ~4500 cm^{-1} and the molecular water band at ~5200 cm^{-1} using the molar absorption coefficients of Ohlhost et al. (2001).

Results of this study are overall consistent with previous determinations of pressure- and temperature-dependence of water solubility in rhyolitic melts. Water solubility in the dacitic melt increases with pressure at a fixed temperature, and decreases with temperature at a fixed pressure. On the other hand, the water solubility in the dacitic melt was found to be 10-20 % (relative, on the mole fraction basis) greater than those previously determined by Holtz et al. (1992; 1995) and Yamashita (1999) for the rhyolitic melts when compared at the same pressure and temperature condition. This advocates that the effect of melt composition play a noticeable role in controlling the degree of water oversaturation during magmatic processes. When a hotter basaltic magma is injected to a colder rhyolitic magma body, a purely thermal effect on water solubility enhances formation of vapor bubbles in the rhyolitic magma (e.g., Yamashita, 1999). Once hybridization between the melt portions of the two magmas proceeds, the effect of melt composition on water solubility becomes important, i.e., already present, sub-millimeter size bubbles (thus their buoyant separation is limited) can be resorbed by the hybridized melt which has an intermediate composition.

References: Holtz et al., Chem. Geol., 96, 289-302, 1992; Holtz et al., Amer. Mineral., 80, 94-108, 1995; Ohlhost et al., Chem. Geol., 174, 5-20, 2001; Yamashita, J. Petrol., 40, 1497-1507, 1999.

キーワード：マグマ、水の溶解度、組成依存性

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: magma, water solubility, composition dependence

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Deep mantle volatile cycle and plate tectonics: Impact to the climate evolution

*中川 貴司[1]、門屋 辰太郎[2]、田近 英一[3]
*Takashi Nakagawa[1], Shintaro Kadoya[2], Eiichi Tajika[3]

1. 香港大学、2. ワシントン大学、3. 東京大学
1. Department of Earth Sciences, The University of Hong Kong, 2. Department of Earth and Space Sciences, University of Washington, 3. Department of Earth and Planetary Sciences, The University of Tokyo

We investigate the deep mantle volatile (water and carbon) cycle and its impact to plate tectonics and climate evolution in the numerical mantle convection simulations couping with the energy balance model of the surface climate model. To calculate the mantle water cycle, the storage capacity model of water in each mantle minerals as functions of temperature and pressure is incorporated into numerical mantle convection simulations so that the dehydration process can be included in the numerical model of mantle water cycling as well as the regassing and degassing processes. However, the decarbonation process cannot be included because the storage capacity model of carbon is not well-established. In three migration processes of mantle volatiles, the volcanic degassing plays a significant role because the volatile composition of the atmosphere-ocean system can be described as a balance between degassing flux and silicate weathering effects as uptake of the volatile components. As a result, the optical properties of the atmosphere-ocean system such as the Albedo and planetary radiation are changed with the volcanic degassing. Other two migration processes may be worked for regulating the volatile content stored in the deep planetary interior and inventory of surface volatile reservoir. The style of plate tectonics driven by mantle convection may strongly affect the style of climate evolution and inventory of surface volatile reservoir. In the stagnant lid mode of mantle convection, the snowball climate is dominated for over a few billion years because the strong radiative cooling is controlled due to less amount of volcanic degassing associated with the stagnant lid convection. Whereas, the continuous carbon degassing is expected in the continuous surface plate motions so that the mild climate can be found, which allows having the liquid water over a few billion years on the planetary surface. In order to preserve the amount of surface seawater on the planetary surface as the present-day amount of surface seawater on the Earth, the required amount of the water in the entire planetary system may be around 10 to 12 Ocean Masses of present-day Earth's water ocean. Therefore, the mantle volatile cycle concerning with the plate tectonics driven by mantle convection may control the habitability of the rocky planets such as the Earth.

キーワード：プレートテクトニクス、揮発性元素サイクル、気候進化
Keywords: plate tectonics, volatile cycle, climate evolution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | A11 東京ベイ幕張ホール

[S-CG51] Role of volatiles on Earth and planetary dynamics

コンビーナ:石井 貴之(バイロイト大学バイエルン地球科学研究所)、大谷 栄治(東北大学大学院理学研究科地学専攻)、中村 美千彦(東北大学大学院理学研究科地学専攻地球惑星物質科学講座)、Mysen Bjorn(Geophysical Laboratory, Carnegie Inst. Washington)、座長:石井 貴之(バイロイト大学バイエルン地球科学研究所)、Bjorn Mysen(Carnegie Institution of Washington)

This session addresses how volatile species affect dynamics of the
Earth and planets from natural observations, laboratory experiments, and
numerical modeling in the temperature, pressure, and oxygen activity
range from the early stage of the planet formation to the present. The
volatiles can be critical in zones of magma storage and ascent, mantle
upwelling and melting in the fluid-enriched subduction zones, in the
mantle transition zone, in the lower mantle, in the core-mantle boundary,
and in Earth and planetary cores. However, volatiles affect properties
and processes differently depending on their pressure, temperature, and
redox conditions, which vary in time and space.
 This session aims to address how volatiles control the dynamic
processes of the Earth and planets, governed by their geophysical and
geochemical properties. We welcome papers dealing with geological and
laboratory observations coupled with numerical modeling on the role of
volatiles. The topics include (1) Stability relations, chemical and
physical properties of crystalline, molten and fluid phases,
partitioning of volatiles among these phases, (2) Rheological and other
physical properties of minerals, and the effects of intergranular fluid
on the properties, (3) Volatiles and dehydration induced seismicity and
volcanism in various tectonic regions including subduction zones, and (4)
Effects of volatiles in numerical simulation of geo-tectonics, and (5)
Magma outgassing and its control of volcanic eruption dynamics.

15:30 ~ 15:45

[SCG51-07] The nature of water induced small degree melts in the deep mantle

★Invited Papers

*Daniel James Frost[1]、Pierre Condamine[3]、Davide Novella[2]、Rong Huang[1] (1.University of Bayreuth、2.University of Cambridge、3.Université de Lorraine)

15:45 ~ 16:00

[SCG51-08] **Phase separation of hydrous Vesuvius melt: vesicle nucleation or spinodal decomposition?**

★Invited Papers

*Anja Allabar[1]、Marcus Nowak[1] (1.University of Tuebingen)

16:00 ~ 16:15

[SCG51-09] Role of water on dynamics in the lower mantle and core-mantle boundary regions

*Eiji Ohtani[1]、Takayuki Ishii[2]、Liang Yuan[1]、Daijo Ikuta[1]、Tomoo Katsura[2]、Dan Frost[2] (1.Department of Earth and Planetary Materials Science, Graduate School of Science, Tohoku University、2.Bavarian Research Institute, University of Bayreuth)

16:15 ~ 16:30

[SCG51-10] Stability of Fe-bearing hydrous phases and element partitioning in the system MgO-Al_2O_3-Fe_2O_3-SiO_2-H_2O in Earth's lowermost mantle

*Hongsheng Yuan[1]、Li Zhang[1]、Eiji Ohtani[2]、Yue Meng[3]、Eran Greenberg[4]、Vitali B. Prakapenka[4] (1.Center for High Pressure Science and Technology Advanced Research、2.Department of Earth Science, Graduate School of Science, Tohoku University、3.HPCAT, X-Ray Science Division, Argonne National Laboratory、4.Center for Advanced Radiation Sources, University of Chicago)

16:30 ~ 16:45

[SCG51-11] **Laboratory Micro-Seismicity during Serpentinite Deformation as a Potential Analogue for Lower Wadati-Benioff Plane Seismicity**

*Julien Gasc[1,3]、Nadège Hilairet[2]、Tony Yu[3]、Yanbin Wang[3]、Thomas P. Ferrand[1]、Alexandre Schubnel[1] (1.Laboratoire de Géologie, CNRS - ENS, Paris, FRANCE、2.Unité Matériaux et Transformations, CNRS - Lille University, Villeneuve d'Ascq, FRANCE、3.GeoSoilEnviro-CARS, University of Chicago, Argonne IL, USA)

16:45 ~ 17:00

[SCG51-12] Water transport and mixing in the whole-mantle scale convection

*金子 岳郎[1]、中久喜 伴益[1]、亀山 真典[2]、岩森 光[3] (1.広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻、2.愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、3.東京大学地震研究所)

The nature of water induced small degree melts in the deep mantle

*Daniel James Frost[1], Pierre Condamine[3], Davide Novella[2], Rong Huang[1]

1. University of Bayreuth, 2. University of Cambridge, 3. Université de Lorraine

Slow S-wave velocities in the deep mantle have been used to argue for the presence of hydrous silicate melts. Small degree partial melts could potentially be formed due to a reduction in the H_2O storage capacity of mantle minerals due to pressure induced phase transitions or as a result of redox processes. Hydrous melt layers could accumulate at certain depths in the mantle due to neutral buoyancy. Water concentrations in the ambient mantle are at most likely to lead to only small degrees of melting. Such incipient melts would be in equilibrium with a peridotite assemblage containing minerals that would be practically identical in major elements as the unmelted assemblage. The compositions of such melts are important because their water contents constrain the relationship between melt fraction and the bulk water content. Furthermore, the water content and the iron content would mainly determine their buoyancy. To assess if neutrally buoyant small degree hydrous melt layers exist in the mantle and to determine how much water would need to be present to create them requires experimental determination of their compositions.

Determining the chemical composition of low degree melts and particularly their water contents is experimentally very challenging. At pressures higher than 2 GPa melts no longer quench to form glasses and can therefore not be analyzed to determine water contents. Small melt fractions are very hard to analyze due to their very small volume and due to modification through reaction with solid phases during quenching. One way to overcome these problems and produce an analyzable portion of incipient melt composition is by performing sandwich experiments. In this method an initial first guess melt composition is equilibrated with a sub-equal proportion of peridotite. The resulting melt is then re- equilibrated with peridotite in a series of iterative experiments until a composition is obtained that is in equilibrium with the entire peridotite assemblage.

We have used this procedure to determine the compositions of incipient melts at depths equivalent to around 200 and 400 km in the mantle at adiabatic temperatures. The sandwich technique has to be modified in a number of ways when used at very high pressures, mainly to ensure that water contents can be accurately determined through mass balance. The resulting melts have affinities with the major classes of kimberlite magmas and their compositions can be used to assess their buoyancy in the deep mantle.

Keywords: Pressure, Transition zone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Phase separation of hydrous Vesuvius melt: vesicle nucleation or spinodal decomposition?

*Anja Allabar[1], Marcus Nowak[1]

1. University of Tuebingen

The phase separation of H_2O fluids from supersaturated hydrous silicate melts determines the starting point of explosive volcanic eruptions. The number of fluid vesicles per unit volume of silicate melt (*VND*) is a basic property that controls the efficiency of fluid-melt separation and as a result the acceleration of magma ascent. To simulate the phase separation of single phase hydrous silicate melts during ascent, continuous decompression experiments were performed at superliquidus temperatures with AD79 Vesuvius white pumice composition. This pumice buried Herculaneum and Pompeii and is representative of other catastrophic phonolitic and trachytic explosive eruptions like the violent 39 ka Campi Flegrei and the 1815 AD Tambora eruption.
Experiments were conducted in an internally heated pressure vessel equipped with a high-pressure valve that facilitates continuous decompression. 5.3 wt% H_2O were dissolved in the melts at 200 MPa and 1523 K for 96 h. Subsequently, the slightly H_2O undersaturated melts were isothermally decompressed at 1323 or 1373 K with rates of 0.024-1.7 MPa·s^{-1}. At final pressures (P_{final}) between 110 and 70 MPa, the samples were isobarically quenched with ~150 K·s^{-1} to room temperature. The *VND* of the vitreous samples were determined with optical microscopy and quantitative backscattered electron image analysis combined with computational 2D to 3D transformation.
Homogeneously dispersed vesicles are observed in the samples decompressed to a P_{final} ≦100 MPa which corresponds to a ΔP of ~95 MPa that is necessary to induce homogeneous phase separation. High log *VND*'*s* of ~5.2 (in mm^{-3}), corresponding to average vesicle distances of 10 μm, are observed irrespective of decompression rate within the investigated range. A nucleation theory based decompression rate meter (Toramaru, 2006), which is commonly used to estimate magma ascent velocity from *VND* of volcanic ejecta, fails to explain the experimentally observed decompression rate independent *VND*. Alternatively, decompression induced H_2O-silicate melt phase separation may be described by the theory of spinodal decomposition (Cahn, 1965) at the limit of thermodynamic stability. Critical behavior of hydrous silicate melt has already been evidenced experimentally by e.g. Shen and Keppler (1997) and is attributed to spinodal decomposition.
Irrespective of the phase separation mechanism, a decompression rate independent *VND* has profound consequences for the degassing dynamics of natural polyphase hydrous magma, that contain crystals and pre-existing fluid vesicles. During ascent, H_2O supersaturation is decreased in melt shells surrounding pre-existing vesicles by H_2O diffusion. Homogeneous phase separation occurs in interstitial melt volumes in which sufficient supersaturation is still preserved. If the decompression rate is fast enough to maintain such supersaturated volumes, the formation of vesicles with high log*VND* of 5.2 inevitably causes efficient melt degassing within seconds due to short H_2O diffusion distances on a 10 μm scale from the melt into fluid vesicles. This causes rapid density decrease accompanied by sudden increase of magma buoyancy required for explosive volcanism.

Cahn, J.W., 1965. J. Chem. Phys. 42, 93–99.
Shen, A.H., Keppler, H., 1997. Nature 385, 710–712.
Toramaru, A., 2006. J. Volcanol. Geotherm. Res. 154, 303–316.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: magma degassing, magma ascent rate, vesicle number density, spinodal decomposition, phase separation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Role of water on dynamics in the lower mantle and core-mantle boundary regions

*Eiji Ohtani[1], Takayuki Ishii[2], Liang Yuan[1], Daijo Ikuta[1], Tomoo Katsura[2], Dan Frost[2]

1. Department of Earth and Planetary Materials Science, Graduate School of Science, Tohoku University, 2. Bavarian Research Institute, University of Bayreuth

Recent experimental evidence indicated that the Earth’ s transition zone contains some amount of water at least locally. Subduction of the slabs into the lower mantle can transport water further into the lower mantle. One of the most important candidates of the water carrier into the lower mantle is hydrous phase delta-AlOOH and phase H-$MgSiO_4H_2$ solid solution. Our works on the stability of this solid solution revealed that it coexists with bridgmanite under the lower mantle conditions [1, 2].

We studied the hydrogen and aluminum partitioning between alumina and hydrogen between the delta-H solid solution and aluminous bridgmanite at high pressure and temperature. We observed that bridgmanite under the wet conditions depleted in aluminum, and it contains almost no water under the wet lower mantle conditions at 28 GPa and 800-1400°C. This partitioning of H and Al can provide significant effect on lower mantle dynamics through the change of the garnet-bridgmanite phase boundary, the pressure of the spin transition of both bridgmanite and delta-H solid solution, and bridganite-postperovskite transition.

The supply of water to the core-mantle boundary can create a reaction of water and iron in the core to produce FeO_2H and its reaction product postperovskite Fe_2O_3. These phases together with the delta-H solid solution can play important roles at the bottom of the lower mantle. Physical properties of these phases can account for the sound velocity and density anomalies in the regions such as ULVZ (ultra-low velocity zone) and LLSVP (large low shear velocity province) [3].

References:

[1] Ohira et al. (2014) Earth Planet. Sci. Lett., 401: 12–17, [2] Ohtani et al. (2018) Jour. Asian Earth Sci. 2018, [3] Yuan et al. (2018) Geophys. Res. Lett.,45. doi.org/10.1002/2017GL0757

Keywords: Water, lower mantle, hydrous mineral, phase delta, phase H, bridgmanite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Stability of Fe-bearing hydrous phases and element partitioning in the system MgO-Al_2O_3-Fe_2O_3-SiO_2-H_2O in Earth's lowermost mantle

*Hongsheng Yuan[1], Li Zhang[1], Eiji Ohtani[2], Yue Meng[3], Eran Greenberg[4], Vitali B. Prakapenka [4]

1. Center for High Pressure Science and Technology Advanced Research, 2. Department of Earth Science, Graduate School of Science, Tohoku University, 3. HPCAT, X-Ray Science Division, Argonne National Laboratory, 4. Center for Advanced Radiation Sources, University of Chicago

We performed experiments on a synthetic hydrous gel consisting of a model composition of subducted slabs in the MgO–Al_2O_3–Fe_2O_3–SiO_2–H_2O system and containing ~7 wt.% water. The experiments were conducted in laser-heated diamond anvil cells under high pressure–temperature (*P-T*) conditions corresponding to the lowermost mantle using *in situ* synchrotron X-ray diffraction and *ex situ* transmission electron microscope techniques. The hydrous δ-phase AlOOH–FeOOH–$MgSiO_2(OH)_2$–SiO_2 (with an orthorhombic symmetry and the space group of *Pnnm*) coexists with bridgmanite (Bdg), post-perovskite (pPv), or both in a broad *P-T* range of 104–126 GPa and 1900–2500 K, whereas the pyrite-type (py) $FeOOH_x$ phase was only observed to coexist with the pPv phase by *in situ* XRD. Chemical analysis on recovered samples showed that (i) in the Bdg-bearing assemblage quenched from 104 GPa and 1900 K, the Bdg phase contains ~8 at.% Al and ~11 at.% Fe, and the coexisting hydrous δ-phase contains ~70 at.% Al and ~14 at.% Fe; (ii) in the pPv-bearing assemblage quenched from 117 GPa and 2050 K, the pPv phase contains ~7 at.% Al and ~16 at.% Fe, and the coexisting hydrous δ-phase contains ~81 at.% Al and ~9 at.% Fe. The considerable $Fe_2O_2(OH)_2$ (8–13 mol%) and SiO_2 (9–13 mol%) content in the δ-phase does not reduce its thermal stability; therefore, the Fe-bearing δ-phase can transport water to the lowermost mantle along the mantle geotherm. The dense py-phase may accumulate in the lowermost mantle in the presence of the pPv phase. In a hydrous system, Al_2O_3 depletion in both the Bdg and pPv phases can significantly reduce the width of the Bdg to pPv transition compared with the width in a dry system. On the other hand, significant Fe enrichment in pPv relative to the coexisting Bdg lowers the transition pressure to the depth of the D'' discontinuity. Accordingly, the depth and thickness of the Bdg to pPv transition in subducted hydrous basaltic crustal materials might explain the seismically detected D'' discontinuity. The formation of the dense hydrous py-phase in subducted slabs may contribute to chemical heterogeneities in the lowermost mantle.

Keywords: deep lower mantle, hydrous phase, bridgmanite to post-perovskite transition, synchrotron X-ray diffraction, multigrain analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Laboratory Micro-Seismicity during Serpentinite Deformation as a Potential Analogue for Lower Wadati-Benioff Plane Seismicity

*Julien Gasc[1,3], Nadège Hilairet[2], Tony Yu[3], Yanbin Wang[3], Thomas P. Ferrand[1], Alexandre Schubnel[1]

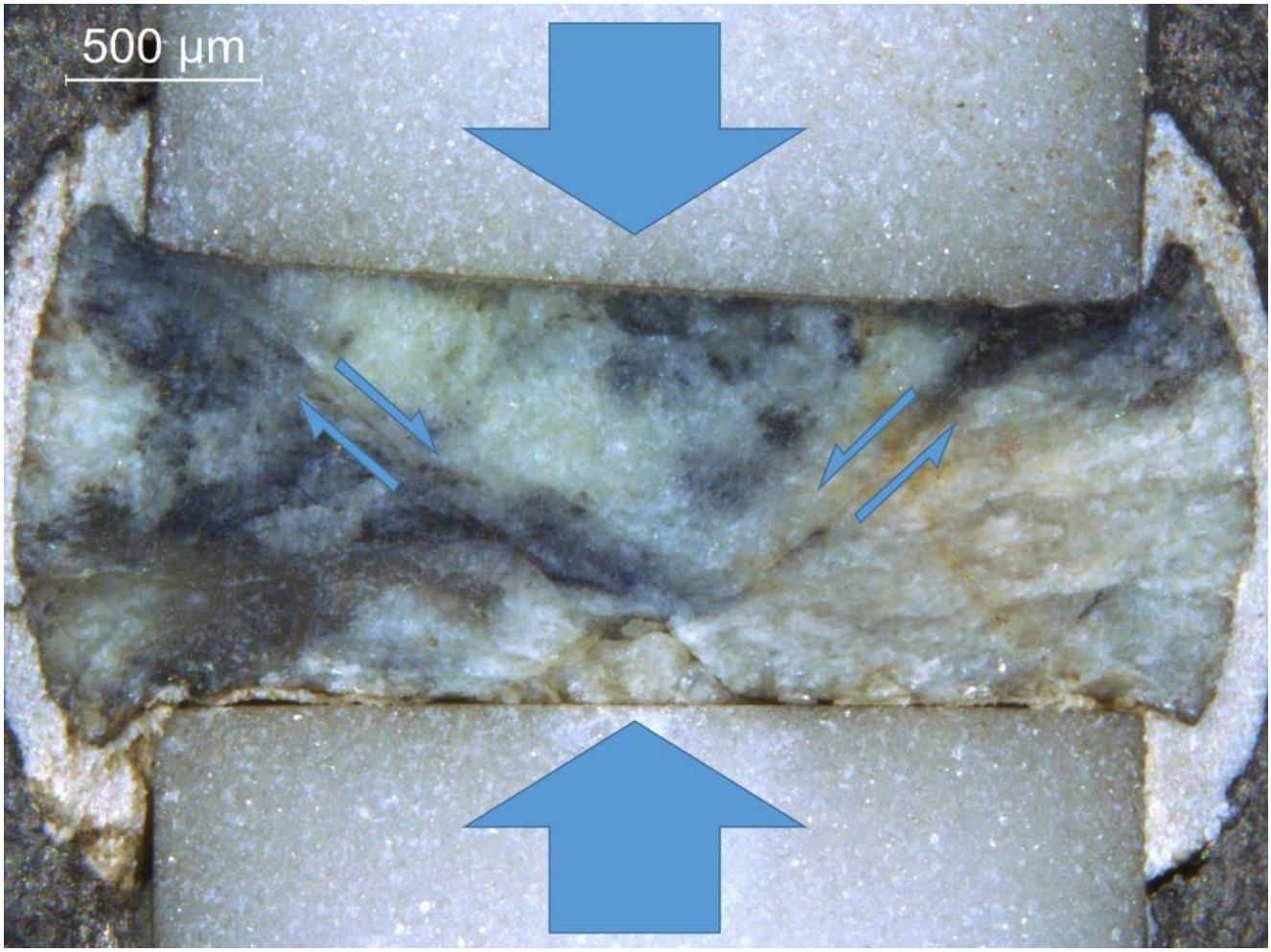
1. Laboratoire de Géologie, CNRS - ENS, Paris, FRANCE, 2. Unité Matériaux et Transformations, CNRS - Lille University, Villeneuve d'Ascq, FRANCE, 3. GeoSoilEnviro-CARS, University of Chicago, Argonne IL, USA

The origin of intermediate-depth earthquakes, which occur at depths of 60-300 km along subducting slabs, remains somehow enigmatic. In the pressure and temperature conditions involved, rocks should indeed deform in a ductile fashion. Dehydration embrittlement, due to serpentine breakdown, was long considered a good candidate to explain lower Wadati-Benioff plane seismicity. However, unlike in the classic dehydration embrittlement theory, dehydration induced volume changes are negative at such depths and cannot trigger instabilities via pore pressure buildup. Accordingly, some experimental studies have shown that faulting of serpentinites related to dehydration, occurs in a stable and aseismic way (Chernak and Hirth, 2011; Gasc et al., 2011). Nevertheless, tremendous progress was recently made in understanding the mechanics of intermediate earthquakes, notably thanks to the combination of high pressure deformation experiments and in-situ synchrotron techniques. In order to assess the seismic potential of serpentinites, micro-seismicity was monitored during high pressure experiments by recording Acoustic Emissions (AE’s) –or labquakes. A D-DIA apparatus was used to deform natural antigorite-rich samples at pressures of 1-5 GPa, both within and outside antigorite’s stability field.

Below 400˚C, the deformation of fully hydrated serpentinite samples involves aseismic ductile cataclastic flow. Above 600˚C, despite conditions propitious to dehydration embrittlement (i.e., with fast strain rates and reaction kinetics), joint deformation and dehydration also lead to ductile shear, without generation of AE’s. However, samples show a brittle temperature window around 500˚C that seems to correlate with the very onset of the mineral’s breakdown, and is therefore not associated to significant release of water. In this latter case, AE’s are consistently collected upon faulting and extremely sharp strain localization is observed (Gasc et al., 2017). In addition, brittle faulting of partly hydrated samples (a mixture of olivine and antigorite) can also occur with minor amounts of antigorite, due to stress percolation upon antigorite breakdown. Unlike for low-pressure dehydration embrittlement, faulting is also enabled here by the metastability of the solid phase rather than by fluid overpressure and dynamic fault propagation occurs concomitantly with the appearance of pseudotachylites along the fault plane (Ferrand et al., 2017).
Both brittle failure mechanisms identified in these studies share major similarities with the now-classic concept of transformational faulting (Burnley et al., 1991), often invoked for deep-focus earthquakes, and both may be a source of seismicity in subducting slabs. We provide evidence that destabilizing antigorite at mantle depths can initiate faulting and thus be involved in intermediate-depth earthquakes. However, analysis of the acoustic signal shows that it is relatively weaker than its real-earth counterpart, once scaled relative to standard brittle faulting. This suggests that other mechanisms are responsible for large intermediate-depth earthquakes, which may reflect fault propagation in the adjacent peridotitic mantle.

Keywords: intermediate-depth earthquakes, serpentinite, high pressure, deformation experiments, acoustic emissions

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Water transport and mixing in the whole-mantle scale convection

*金子 岳郎[1]、中久喜 伴益[1]、亀山 真典[2]、岩森 光[3]
*Takeo Kaneko[1], Tomoeki Nakakuki[1], Masanori Kameyama[2], Hikaru Iwamori[3]

1. 広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻、2. 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター、3. 東京大学地震研究所
1. Department of Earth and Planetary Systems Science, Graduate School of Science, Hiroshima University, 2. Geodynamics Research Center, Ehime University, 3. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

The subduction of oceanic plates transports sea water with the basaltic crust to the Earth’ s interior. High-pressures experiments reveal that nominally anhydrous minerals (NAMs) contain the water of a few thousands ppm in the weight fraction. On the other hand, numerical simulations show that the NAMs layer above the subducted slab plays an important role in water transport into the deep mantle. However, the details of the water circulation and distribution processes on the whole mantle has still not been understood well.
We perform numerical simulations of isoviscous mantle convection in a two-dimensional cylinder in which hydrous-mineral phase changes and the hydration-dehydration reaction are considered. We systematically examined the effects of parameters that control activity and mixing efficiency of the mantle convection, i.e., the Rayleigh number, the internal heating rate, and the water storage capacity of the lower mantle, on the water transport into the deep mantle.
The distribution and total amount of the water transported into the mantle strongly depends on the convection style. When the internal heating is absent, stable cellular flow dominates the mantle convection. The stable convection does not mix water well so that the water distributes only near the convection cell boundary. When the mantle has the internal heating, the mantle flow becomes strongly time-dependent by thermal boundary layer instabilities. Migration of the convection cell boundary enhances the mixing of the water into the whole mantle. In addition, mixing efficiency increases with the Rayleigh number, which is an index indicating convective vigor. When the water storage capacity of the lower mantle is much smaller than the NAMs, the ejected water forms the regional hydrous layer with high water content over the 660 km discontinuity near the downwellings. However, these hydrous regions are hindered from globally spreading to the mantle transition zone. The water content in most of the mantle rocks becomes equal to the smaller value among water storage capacities of the NAMs in the upper mantle and the lower mantle finally, though the upper mantle can accommodate more water. The amount of the water stored in the whole mantle rocks is, therefore, smaller than the summation of their capacities. As a result, the equilibrium of the water regassing and degassing is realized more rapidly than the whole mantle rocks are completely saturated.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | A08 東京ベイ幕張ホール

[S-CG52] 岩石・鉱物・資源

コンビーナ:野崎 達生(海洋研究開発機構海底資源研究開発センター)、齊藤 哲(愛媛大学大学院理工学研究科)、門馬 綱一(独立行政法人国立科学博物館)、土谷 信高(岩手大学教育学部地学教室)、座長:野崎 達生(海洋研究開発機構)、齊藤 哲

岩石，鉱物，資源に関する発表を広く募集します．フィールド調査，高温高圧実験などの室内実験，新しい分析方法や探査技術，鉱物，火山岩，深成岩，変成岩，堆積岩，鉱床の形成プロセスの解明やモデル化などが主なテーマとしてあげられます．３学会の共催セッションとして多くの発表が集まり，単一学会ではできない議論や意見交換の場となることを期待します．

10:45 ~ 11:00

[SCG52-01] Coordinated sample preparation with cryo-FIB-SEM and X-ray CT: Applications to chemical analysis for fluid inclusions in minerals

*兒玉 優[1]、富岡 尚敬[2]、川本 竜彦[3]、黒田 潤一郎[4]、村山 雅史[5]、伊藤 元雄[2] (1.株式会社マリン・ワーク・ジャパン、2.海洋研究開発機構 高知コア研究所、3.静岡大学 理学部 地球科学科、4.東京大学大気海洋研究所、5.高知大学農林海洋科学部)

11:00 ~ 11:15

[SCG52-02] 粘土鉱物微粒子の全自動粒子画像解析とナノトラッキング解析を用いた精密粒子評価に関する可能性検討

*笹倉 大督[1]、早内 愛子[1]、木村 匠[2] (1.スペクトリス株式会社　マルバーンパナリティカル事業部、2.琉球大学農学部)

11:15 ~ 11:30

[SCG52-03] 天然産(Na,REE,Ca)(Ti, Nb)O_3ペロブスカイト型結晶の構造精密化とXAFS法による微量元素の局所構造

*北原 銀河[1]、吉朝 朗[1]、徳田 誠[1]、杉山 和正[2] (1.熊本大学、2.東北大学)

11:30 ~ 11:45

[SCG52-04] 新燃岳2011年噴火噴出物における石基輝石結晶の晶相に対する結晶サイズ分布

*奥村 翔太[1]、無盡 真弓[2]、土山 明[1]、下林 典正[1]、三宅 亮[1] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地質学鉱物学教室、2.東北大学大学院理学研究科地学専攻地球惑星物質科学講座)

11:45 ~ 12:00

[SCG52-05] 北上山地から見いだされた「ラテライト質」変成岩の化学組成とジルコンU-Pb年代について

*土谷 信高[1]、熊谷 大和[1]、足立 達朗[2]、中野 伸彦[2]、小山内 康人[2] (1.岩手大学教育学部地学教室、2.九州大学比較社会文化研究院)

12:00 ~ 12:15

[SCG52-06] 領家花崗岩類における同時性岩脈のできかた

*中島 隆[1]、神山 裕幸[2]、Williams Ian[3] (1.産総研地質調査総合センター、2.上山試錐工業（株）、3.Australian National University)

Coordinated sample preparation with cryo-FIB-SEM and X-ray CT: Applications to chemical analysis for fluid inclusions in minerals

*兒玉 優[1]、富岡 尚敬[2]、川本 竜彦[3]、黒田 潤一郎[4]、村山 雅史[5]、伊藤 元雄[2]
*Yu Kodama[1], Naotaka Tomioka[2], Tatsuhiko Kawamoto[3], Junichiro Kuroda[4], Masafumi MURAYAMA[5], Motoo Ito[2]

1. 株式会社マリン・ワーク・ジャパン、2. 海洋研究開発機構 高知コア研究所、3. 静岡大学 理学部 地球科学科、4. 東京大学大気海洋研究所、5. 高知大学農林海洋科学部
1. Marine Works Japan Ltd., 2. Kochi Institute for Core Sample Research, JAMSTEC, 3. Department of Geoscience, Faculty of Science, Shizuoka University, 4. Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo, 5. Faculty of Agriculture and Marine Science, Kochi University

Hydrothermal fluids and seawater are often entrapped in minerals as fluid inclusions in crustal/mantle materials, marine halites and even in rare meteorites [1, 2, 3, 4]. The chemical compositions of fluid inclusions and mineral inclusion therein are keys to decipher their origins and evolution of the geofulids. A laser-ablation inductively-coupled-plasma mass-spectrometry (LA-ICP-MS), a Raman spectrometry and an environmental SEM (cryo-SEM with EDS) are methods for chemical analysis of fluid inclusions, entrapped tiny minerals and gasses. For example, Kawamoto and coworkers recently determined Na/K ratio of fluid inclusions in olivine crystals from mantle xenoliths from the Pinatubo volcano by LA-ICP-MS in 20-μm spatial resolution [1]. The attempt successfully provided new insight on the fate of seawater subducting into the mantle in a plate convergent region. Lowenstein et al. investigated major chemistry of fluid inclusions from marine halites by a cryo-SEM with EDS system, and found systematic and oscillating changes in Phanerozoic seawater chemistry (Na^+ vs. Cl^- and Mg^{2+} vs. Cl^-) [3].
As unique sample preparation and analytical approach to a fluid inclusion, combined instrument of focused ion beam system and scanning electron microscope with a cryo sample stage (cryo-FIB-SEM) is recently utilized (e.g., Yoshida et al., 2018 [2]). Fluid inclusions can be exposed as ices in the vacuum sample chamber of cryo-FIB-SEM, and then the frozen fluids can be directly analyzed by EDS attached to SEM. Advantages of this approach are a direct access to fluid inclusions by precise sample milling with FIB, and simultaneous analysis for major elements with a relatively high spatial resolution (~5 μm). The method has been first applied to fluid inclusions in quartz [2].
A cryo-FIB-SEM approach is, however, time-consuming: entire processing and analysis with cryo-FIB-SEM requires several to few tens of hours for a several tens micrometer-sized sample. Descriptions of exact locations and spatial distribution of each fluid inclusion in host minerals will help to minimize a processing time with FIB. We, therefore, used a laboratory-based micro-focus XCT apparatus (μXCT) at the Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University for acquiring an accurate three-dimensional characterization of fluid inclusions in minerals with a spatial resolution of 0.5 to 2.5 μm depending on sample size. In the present study, we aim to improve the throughput of the fluid inclusion analysis using cryo-FIB-SEM and establish a reasonable analytical flow. We have obtained spatial distributions of fluids in olivine from the Pinatubo xenoliths and those in halite in Sicilian rock by μXCT. Pretreatments

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

for the samples have been carried out by micro-sampling system, and then microfabrication and chemical analysis of frozen fluids in the samples have been carried out by cryo-FIB-SEM.

In this talk, we will present the effectiveness of coordinated sample preparation utilizing cryo-FIB-SEM and μXCT, and a comprehensive microanalysis of fluid inclusions in addition to cryo-FIB-SEM. For instance, residues of fluid inclusions and associated minute minerals in FIB-processed samples can be further characterized in a higher spatial resolution by an analytical transmission electron microscope (TEM) and a secondary ion mass spectrometer (SIMS).

[1] Kawamoto, T., Kimura, J., Chang, Q., Yoshikawa, M., Okuno, M., Kobayashi, T., in prep.
[2] Yoshida, K., Orozbaev, R., Hirajima, T., Miyake, A., Tsuchiyama, A., Bakirov, A., Takasu, A., Sakiev, K. (2018). Micro-excavation and direct chemical analysis of individual fluid inclusion by cryo-FIB-SEM-EDS: Application to the UHP talc-garnet-chloritoid schist from the Makbal Metamorphic Complex, Kyrgyz Tian-Shan. Geochemical Journal, 52(1), 59-67.
[3] Lowenstein, T. K., Timofeeff, M. N., Brennan, S. T., Hardie, L. A., & Demicco, R. V. (2001). Oscillations in Phanerozoic seawater chemistry: Evidence from fluid inclusions. Science, 294(5544), 1086-1088.
[4] Zolensky, M. E., Bodnar, R. J., Gibson, E. K., Nyquist, L. E., Reese, Y., Shih, C. Y., & Wiesmann, H. (1999). Asteroidal water within fluid inclusion-bearing halite in an H5 chondrite, Monahans (1998). Science, 285(5432), 1377-1379.

キーワード：cryo-FIB-SEM-EDS、流体包有物、マイクロフォーカスX線CT
Keywords: cryo-FIB-SEM-EDS, fluid inclusion, micro-focus X-ray CT

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

粘土鉱物微粒子の全自動粒子画像解析とナノトラッキング解析を用いた精密粒子評価に関する可能性検討

Feasibility Study for Precise Particle Characterization of Fine Clay Particle Using An Automated Particle Image Analysis and Nanotrakcking Analysis.

*笹倉 大督[1]、早内 愛子[1]、木村 匠[2]
*Daisuke Sasakura[1], Aiko Hayauchi[1], Sho Kimura[2]

1. スペクトリス株式会社　マルバーンパナリティカル事業部、2. 琉球大学　農学部
1. MalvernPanalytical Japan ,Div of Spectris Co.Ltd,., 2. Faculty of Agriculture, University of the Ryukyu

Introduction

Clay minerals are very common in soils, in fine-grained sedimentary rocks such as shale, mudstone, and siltstone and in fine-grained metamorphic slate and phyllite. Typical mechanism to generation of clay is alteration of the surface on mineral rock due to affected by transfer of water on the earth surface. Behavior of generation of clay is controlled by surface of minerals be forced to transform to other mineral component due to the moment contact with water. Particle size of clay minerals are usually ultrafine-grained, such as normally considered to be less than 2 micrometers in size on standard particle size distributions. Notable properties of clay are high-affinities with water, minerals due to unique properties of possible to make intercalation in crystal structure, and possibly disperse to anywhere with moving of water on earth surface due to fine particle size range. Therefore, to understand characteristics of clay is possible to consider as a maker index parameter of material transportation on the surface of earth. Especially particle characterization of clay is promising as fundamental parameter. Existing approaches to characterize of particle are such as an electron microscope (Scanning type: SEM, Transmission type :TEM) , an optical microscope (OM) , a laser diffraction (LD), an electro zone methods (coulter counter) and a dynamic light scattering (DLS) . However, drawbacks of these methods were such as indirect method, limited work on concentration determination, time consuming to measure over than several thousand particles and requirement to highly concentration (over than 3wt%) of ionized water. Complementally analytical approach using an automated particle image analysis (APIA) and Nanotracking analysis (NTA) are promising tools to as new flamework. In this report will be discuss for feasibility and technical discussion to applicable for fine clay using this flamework.

Material and Methods.

As model samples for clay mineral, purchased Kaolin was used. To investigate purity and chemical components using crystal structure , XRD (Aereris , MalvernPanalytical , Almero, Netherlands) was used. Profile of XRD chart suggested diffraction peaks on 9.6, 19.3, 19.9, and 29.1 degrees. These peaks were significantly suggested as Pyrophyllite using library search.To characterize micrometer particles range, APIA analyses were conducted on a Morphologi G3SE as automated image analysis system (MalvernPanalytical Instruments, Worcestershire, UK). To characterize nanometer range, NTA analyses were conducted on a NS300 as nanotracking analyzing systems (MalvernPanalytical Instruments,

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Worcestershire, UK) with particle concentration.

キーワード：粘土鉱物、粒子形態、粒子解析
Keywords: Clay Minerals, Particle Morphology, Particle Charactarization

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

天然産(Na,REE,Ca)(Ti, Nb)O_3ペロブスカイト型結晶の構造精密化とXAFS法による微量元素の局所構造

Crystal structure and local structures of natural perovskite-type (Na,REE,Ca)(Ti, Nb)O_3 loparite by single crystal diffraction and XAFS analyses

*北原 銀河[1]、吉朝 朗[1]、徳田 誠[1]、杉山 和正[2]
*Ginga Kitahara[1], Akira Yoshiasa[1], Makoto Tokuda[1], Kazumasa Sugiyama[2]

1. 熊本大学、2. 東北大学
1. Kumamoto University, 2. Tohoku University

ペロブスカイト型化合物ABX_3は、強誘電性や圧電性など様々な物性を発現し、組成・圧力・温度によって対称性が変化し、BX_6八面体により構成されるフレームワークのさまざまな変形が起こる。固溶体においても強誘電性やパラ誘電性、超イオン導電性等を発現する。最近では太陽電池の材料としても注目されている。

地球科学として重要な鉱物であるNaやREEのペロブスカイト型鉱物は地球内部に存在するThやREEなどの微量元素のホスト相となっている。しかし天然産ペロブスカイト型構造中に含まれる希土類元素や多種の重金属イオンについての詳細な局所構造研究は少ない。本研究では固溶体の構造特性や含有元素の局所構造特性、放射性元素による不規則性の増加等について報告する。

JEOL製走査型電子顕微鏡 SEM JSM-7001FとOxford社製エネルギー分散型X線分析装置 EDS INCA SYSTEMを用いた化学組成の分析、また高エネルギー加速器研究機構(KEK)のBL-9CおよびNW10Aを用いたXAFS解析による局所構造や酸化状態の解析、Rigaku XtaLAB Super Novaを用いた単結晶構造の精密化を行った。今回試料として扱うRussia, Kola, Mt. Khibiny産出の鉱物 $(Na_{0.567}\ Ce_{0.170}\ La_{0.135}\ Ca_{0.068}\ Sr_{0.015}\ Nd_{0.009}\ Th_{0.005}\ Pr_{0.004}\ Fe^{2+}_{0.001}\ Y_{0.000})_{0.974}\ (Ti_{0.749}\ Nb_{0.250}\ Ta_{0.005}\ V_{0.004}\ Mn_{0.000})_{1.008}\ O_3$は$Lueshite\ Na^{+}Nb^{5+}O_3$、$Loparite\ Na^{+}REE^{3+}Ti^{4+}{}_2O_6$、$Perovskite\ Ca^{2+}Ti^{4+}O_3$、$Tausonite\ Sr^{2+}Ti^{4+}O_3$を端成分にもつ固溶体である。（Mitchell and Chakhmouradian 2000）SEM-EDS分析によって周縁部で$NaAlSi_3O_8$を主体としたアルバイトが存在することがわかった。したがって単結晶X線回折実験は中心部から拾った非双晶結晶を用いて行った。

Loparite は結晶構造について様々な議論がなされてきた。（Haggerty and Mariano 1983, Vlasov 1966, Mitchell 1996, Zubkova et al. 1998, Chakhmouradian et al. 1999, Mitchell et al. 2000）私たちは今回の試料を用いて先行研究で挙げられてきた菱面体晶、正方晶、直方晶での解析を試みた。菱面体晶: 空間群*R-3c*、a = 5.5077(2)、c = 13.4906(5)、正方晶: 空間群*I4/mcm*、a = 5.5166(6)、c = 7.7814(10)、直方晶: 空間群*Pbnm*、a = 5.5142(5)、b = 5.5085(7)、c = 7.7961(8)　より精密な構造解析から、Loparite構造の相転移等について議論を進める。

スペクトル解析によるFeのXANESスペクトルの形状から、前回私が調査したCe-perovskiteと同様に、含有するFeの酸化状態が２価であることが判明した。Ti K-edgeスペクトルではpre-edgeのピーク強度からTi周囲の局所的歪みがかなり大きいことが読み取れる。Nbの置換により、固溶体中の八面体部位におけるTiの局所的歪みは$CaTiO_3$端成分よりも大きく、1sから3d軌道への電子遷移確率は増加している。Th L3-edgeスペクトルではXANESが顕著になまっており、アクチノイド元素Thが放射性崩壊を起こすことでUへ変化し、局所的なメタミクト化に対応した不規則化が起こっていると解釈できる。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：ペロブスカイト、XAFS、結晶構造解析、ロパライト
Keywords: perovskite, XAFS, structure refinement, Loparite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

新燃岳2011年噴火噴出物における石基輝石結晶の晶相に対する結晶サイズ分布

Crystal Size Distributions based on crystal habit of groundmass pyroxene crystals in the ejecta of the Shinmoedake 2011 eruption

*奥村 翔太[1]、無盡 真弓[2]、土山 明[1]、下林 典正[1]、三宅 亮[1]
*Shota Okumura[1], Mayumi Mujin[2], Akira Tsuchiyama[1], Norimasa Shimobayashi[1], Akira Miyake[1]

1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地質学鉱物学教室、2. 東北大学大学院理学研究科地学専攻地球惑星物質科学講座
1. Department of Geology and Mineralogy, Graduate School of Science, Kyoto University, 2. Division of Earth and Planetary Materials Science, Department of Earth Science, Tohoku University

噴火様式の変化のプロセスを明らかにするためには、マグマ混合のような、火山内部でのマグマの挙動の解明が重要となる。新燃岳2011年噴火は、一連の噴火の中で噴火様式が変化したことが特徴的であり、噴火以前からマグマ混合が起きていたとされる（e.g., Suzuki et al., 2013）。しかしながら、火山内部の詳細な様子は未だ不明な部分が多く、マグマだまりから火口までの比較的浅い部分でのマグマ上昇過程についての情報が必要とされる。結晶サイズ分布（Crystal Size Distribution: CSD）は結晶化に影響するカイネティックな物理的プロセスを反映するとされており（Marsh, 1988）、Mujin and Nakamura (2014) やMujin et al. (2017) では、新燃岳2011年噴火における石基結晶のCSDが調べられた。その結果、CSDにはキンクがあり、傾きが緩やかな粗粒側と急な細粒側に分類されることが分かり、噴火様式による火道浅部での物理化学的環境の違いを反映している可能性が示唆された。本研究では石基輝石結晶に着目し、マグマの火道上昇時の環境についての詳細な情報を得ようと試みた。

サンプルは新燃岳2011年噴火におけるサブプリニー式噴火とブルカノ式噴火の、二種類の灰色軽石を用いた。SPring-8 BL47XUで放射光による高分解能X線CT撮影と、電子後方散乱回折法（EBSD）（HKL CHANNEL5, Oxford Instruments）により、石基輝石結晶の外形と結晶面を調べた。さらに電界放出形走査型電子顕微鏡（FE-SEM）（JSM-7001F, JEOL）を用いて石基輝石結晶の粒径・形状分析を行い、それらの微細組織を透過型電子顕微鏡（TEM）（JEM-2100F, JEOL）により観察し、走査型透過電子顕微鏡によるエネルギー分散型X線分析（STEM－EDS）（JET-2300T, JEOL）を行った。

石基輝石結晶のSEM観察の結果、サンプル中の多くの粒子が6角形か8角形の晶相であることが分かった。X線CTとEBSDの結果、ほとんどの粒子が*c*軸に沿って柱状に伸びており、6角形では｛010｝面と｛110｝面が、8角形では追加で｛100｝面が発達していることが示された。粒径・形状分析の結果、サブプリニー式噴火の軽石では6角形の粒子が8角形のものよりも多く存在し、一方ブルカノ式では8角形が顕著であり、6角形はごく少数であることが分かった。両噴火様式において、晶相による粒径分布の違いに着目すると、6角形は8角形よりも細粒側に分布していた。またCSDの傾きも晶相によって異なっており、6角形のほうが急であることが分かった。さらにTEM観察の結果、こうした石基中の輝石粒子はOpxの両側に｛100｝面でCpxが接合した構造をもち、両側のCpxが互いに双晶関係の結晶方位である場合があることが明らかになった。さらに微細組織が*c*軸と平行に対称に分布しており、同心状に広がっていることが示唆された。

6角形と8角形の粒径分布やCSDの傾きは、Mujin and Nakamura (2014) における細粒側と粗粒側のグループにそれぞれ対応していることが分かった。Marsh (1988) は、CSDにおける近似直線の傾きは成長速度と停滞時間の積の指標であるとしている。停滞時間が６角形と８角形でほぼ同じだった場合、8角形がより成長速度が速いと仮定すると、得られたCSDの特徴と整合的である。しかしながら、同じ環境で異なる晶相が混在することは考えにくい。一方、成長速度が両者でほぼ同じと仮定した場合、CSDの傾きから停滞時間を見積

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

もった結果、地球物理学的観測データ（Kozono et al., 2013, Sato et al., 2013）から推測される火道上昇時間と近い値を持つことが分かった。特に、サブプリニー式の6角形の推定停滞時間がその上昇時間に近く、比較的速い上昇速度を反映していると考えられ、石基輝石粒子の晶相は上昇速度を反映する可能性が示唆される。さらにその微細組織が内部環境の時間変化を記録している可能性が示されたことから、石基輝石粒子は火山内部のマグマの挙動解明に貢献し得ると考えられる。

キーワード：結晶サイズ分布、晶相、輝石、火山
Keywords: CSD, crystal habit, pyroxene, volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北上山地から見いだされた「ラテライト質」変成岩の化学組成とジルコンU-Pb年代について

Petrochemistry and zircon U-Pb age of ``lateritic'' metamorphic rocks from the Kitakami Mountains

*土谷 信高[1]、熊谷 大和[1]、足立 達朗[2]、中野 伸彦[2]、小山内 康人[2]
*Nobutaka Tsuchiya[1], Yamato Kumagai[1], Tatsuro Adachi[2], Nobuhiko Nakano[2], Yasuhito Osanai[2]

1. 岩手大学教育学部地学教室、2. 九州大学比較社会文化研究院
1. Department of Geology, Faculty of Education, Iwate University, 2. Department of Earth Sciences, Faculty of Social and Cultural Studies, Kyushu University

北上山地の地質は，シルル紀以前の基盤岩類およびシルル系～下部白亜系の堆積岩類からなる南部北上帯と，ジュラ紀の付加体から構成される北部北上帯に区分される．岩手県大船渡市越喜来湾周辺には，北部北上帯と南部北上帯を境する早池峰東縁断層の延長部が露出しているが，前期白亜紀火山岩類および花崗岩類の分布に隠されているために断層は露出していない．越喜来湾の新釜付近には，北部北上帯の一部とされる釜石層起源のホルンフェルスが露出するが，ここから巨大なザクロ石を含むFe,Alに富む変成岩類が見いだされた．この変成岩類の全岩主成分化学組成を検討したところ，阿武隈変成帯の竹貫変成岩から報告されている，いわゆる「ラテライト」質変成岩（Uruno and Kanisawa, 1965，廣井，2004）に類似していることが分かった．本報告では，この変成岩類の全岩化学組成や鉱物化学組成を竹貫変成岩中の「ラテライト」質変成岩と比較検討するとともに，ジルコンU-Pb年代を報告する．

岩手県大船渡市越喜来湾の新釜付近には，前期白亜紀五葉山花崗岩体周辺相の黒雲母角閃石花崗閃緑岩～トーナル岩と釜石層起源の砂泥質・珪質・塩基性ホルンフェルスおよび結晶質石灰岩が分布する．これらのうち新釜付近の海岸の露頭および新釜東の小沢から，最大15㎜に達する粗粒なザクロ石を含むFe,Alに富む変成岩類が見いだされた．新釜付近のものは，泥質ホルンフェルス中に不規則な形状で産出し，しばしば緑色岩起源ホルンフェルスを伴っている．また新釜東の小沢のものは，結晶質石灰岩中に互層状あるいはレンズ状に包有されて産する．鉱物組み合わせは，新釜のものは斜長石・黒雲母・白雲母・ざくろ石・菫青石±，カリ長石，緑色スピネル±，チタン鉄鉱，アパタイトであり，自形性の強いざくろ石の周囲のみに石英・電気石を含むことがある．新釜東の小沢のものは，斜長石・黒雲母・白雲母・ざくろ石±・菫青石，カリ長石，緑色スピネル，紅柱石±，珪線石±，コランダム±，チタン鉄鉱，アパタイトである．いずれの場合にも，粗粒なざくろ石には割れ目を充填する黒雲母が生じていることが特徴であり，ざくろ石が晶出して一度冷却することによって割れ目が発生した後に，黒雲母が晶出した可能性を示す．しかしながら，廣井 (2004)は同様の産状が冷却過程で生じたとしており，必ずしも2回の変成作用を示す証拠とはならない．またこの変成岩には，自形性の強いざくろ石の周囲以外には石英が含まれないという特徴がある．これは，石英を含む部分は部分溶融してできた液相が固結したものである可能性を示しており，もともとは石英を含まなかったのであろうと考えられる．全岩化学組成の特徴は，新釜のものはSiO2: 40--47%, Al2O3: 18--22%, FeO*: 12--18であり，緑色岩源ホルンフェルスに連続するように見える．また新釜東の小沢のものはより変化に富み，SiO2: 20-42%, Al2O3: 20--38%, FeO*: 14--33%である．これらのうちのSiO2に乏しくAl2O3, FeO*に富むものは，阿武隈変成帯の「ラテライト質」変成岩（Uruno and Kanisawa, 1965）に大変良く似ている．また鉱物組み合わせも阿武隈変成帯の「ラテライト質」変成岩に良く似ているが，十字石が全く見いだされていないことが大きな相違点である．これは，今回発見されたラテライト質変成岩の変成条件が阿武隈変成帯のものと比較して低圧であることを示していると考えられる．

以上の変成岩のうち，新釜から採取されたものからジルコンを分離し，U-Pb年代を測定した．その結果，測定値は2種類の年代に分かれ，0.05mm程度の自形結晶で波動累帯構造が著しいジルコンから126±3Maの，また0.1mm以上の半自形結晶で累帯構造がほとんど認められないジルコンから326±3Maのコンコーディア年代が得られた．前者の若い年代は五葉山花崗岩の貫入による接触変成作用の年代と考えられ，火成ジルコンの特

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

徴を示すことから，接触変成作用で部分溶融した液から晶出したジルコンと考えられる．また後者の古い年代を示すジルコンは，変成作用あるいは熱水変質作用で形成されたものと考えられる．しかしながら，これまでに古い時代の変成作用を示す明確な証拠は得られていないため，326Maの年代は熱水変質作用を示す可能性が高い．その場合，この変成岩の源岩は風化残留土ではなく熱水変質岩であると考えられる．

キーワード：ラテライト、変成岩、ジルコンU-Pb年代、岩石化学
Keywords: laterite, metamorphic rocks, zircon U-Pb age, petrochemistry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

領家花崗岩類における同時性岩脈のできかた
How to make 'syn-plutonic dike' --- Another story from the Ryoke granitic province, Southwest Japan

*中島 隆[1]、神山 裕幸[2]、Williams Ian[3]
*Takashi Nakajima[1], Hiroyuki Kamiyama[2], Ian S. Williams[3]

1. 産総研地質調査総合センター、2. 上山試錐工業（株）、3. Australian National University
1. Geological Survey of Japan, 2. Ueyama-Shisui, Co. Ltd., 3. Australian National University

同時性岩脈は、半溶融状態の花崗岩質マグマと苦鉄質マグマが出会って物理的に混交する、マグマだまりプロセスの結果と考えられている。西南日本領家帯では、苦鉄質岩はしばしば同時性岩脈中に産する。それらは珪長質岩石中にボール状に包有されるピロー型や、珪長質岩中に貫入した苦鉄質岩岩脈が周囲の珪長質岩から成る脈状の侵入（back-vein）を受けているダイク型などがある。

今回、愛知県豊根村のピロー型同時性岩脈と奈良県初瀬のダイク型同時性岩脈についてSHRIMPによるジルコンのU-Pb年代測定を行ない、珪長質岩が90-94Ma、苦鉄質岩が70-75Maと両者に間に14-20Maの差異がある例が確認された。90-94Maに形成された花崗岩質マグマだまりが苦鉄質マグマが活動する70-75Maまで14-20Maもの間半溶融状態で待っていることは一般的なマグマだまりの寿命から考えて現実的でないので、これらの同時性岩脈は単一のマグマだまり中で両マグマが共存してできたとは考えにくい。

これらの同時性岩脈中から、単一岩石中に90-94Maと70-74Maの２つの年代クラスターをもつ珪長質岩が発見された。さらにこの岩石中に、カソードルミネッセンス像による内部構造観察から一部が溶蝕して後に再成長したことを示すジルコン粒が見つかり、その溶蝕再成長部が約70Ma、それ以外の部分が約90Maの年代を示すことがわかった。近傍の同時性岩脈からは約70MaのジルコンU-Pb年代が得られており、また同時性岩脈の貫入母岩は90-96Maの古期領家花崗岩類であることを考えると、この同時性岩脈は約70Ma頃に当時すでに固結していた90-96Maの古期領家花崗岩類に苦鉄質マグマが侵入してその熱で花崗岩を一部融解し、局所的にマッシュ状の部分溶融帯を作ったことで苦鉄質マグマと物理的に混交して同時性岩脈を形成したと考えられる。

標記地域ではこのような同時性岩脈が多数、kmサイズの広い地域にわたって分布するので、その形成過程は花崗岩質マグマだまりの部分的な再生とみなすことができるかもしれない。

キーワード：同時性岩脈、U-Pb 年代、領家花崗岩類、マグマだまりプロセス、西南日本、白亜紀
Keywords: syn-plutonic dike, U-Pb ages, Ryoke granitic rocks, magma chamber process, Southwest Japan, Cretaceous

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_15

[S-CG52] 岩石・鉱物・資源

コンビーナ:野崎 達生(海洋研究開発機構海底資源研究開発センター)、齊藤 哲(愛媛大学大学院理工学研究科)、門馬 綱一(独立行政法人国立科学博物館)、土谷 信高(岩手大学教育学部地学教室)

岩石，鉱物，資源に関する発表を広く募集します．フィールド調査，高温高圧実験などの室内実験，新しい分析方法や探査技術，鉱物，火山岩，深成岩，変成岩，堆積岩，鉱床の形成プロセスの解明やモデル化などが主なテーマとしてあげられます．３学会の共催セッションとして多くの発表が集まり，単一学会ではできない議論や意見交換の場となることを期待します．

[SCG52-P01] 顕微分光を組み合わせた赤色花崗岩のキャラクタリゼーション

*岡田 克也[1]、中嶋 悟[1] (1.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻)

[SCG52-P02] Crystal chemistry of synthetic mukhinite, V-analogue of clinozoisite, on the join $Ca_2Al_3Si_3O_{12}(OH)$-$Ca_2Al_2VSi_3O_{12}(OH)$

*永嶌 真理子[1]、濱根 大輔[2]、中野 伸彦[3]、川嵜 智佑[4] (1.山口大学大学院創成科学研究科、2.東京大学物性研究所、3.九州大学大学院比較社会文化研究院環境変動部門、4.愛媛大学理学部)

[SCG52-P03] 高温加熱ホルダーを用いた桜島火山ガラスからの鉱物晶出その場観察

*三宅 亮[1]、奥村 翔太[1] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地質学鉱物学教室)

[SCG52-P04] 北部九州西部，能古島に分布する花崗閃緑斑岩の貫入時期とSr同位体比組成

*柚原 雅樹[1]、川野 良信[2]、岡野 修[3] (1.福岡大学理学部地球圏科学科、2.立正大学地球環境科学部環境システム学科、3.岡山大学理学部地球科学科)

[SCG52-P05] Petrological study of crystallization process of a composite dike in the Ryoke belt (Mie Prefecture, SW Japan)

*山崎 あゆ[1]、河上 哲生[1]、東野 文子[2] (1.京都大学理学研究科地球惑星科学専攻　地質学鉱物学教室地球物質科学講座　岩石学グループ、2.東北大学大学院環境科学研究科)

[SCG52-P06] 愛媛県高縄半島に分布する領家花崗岩類の岩石記載とジルコンU-Pb年代

*下岡 和也[1]、齊藤 哲[1]、谷 健一郎[2] (1.愛媛大学理工学研究科、2.国立科学博物館地学研究部)

[SCG52-P07] マラウイ南部の基盤岩類にみられる原生代火山弧火成作用と高度変成作用

*角替 敏昭[1]、Uthup Sam[1]、Nyirongo Mzee Wandembo[2]、Rahman Md. Sazzadur[1]、高村 悠介[1]、髙橋 一輝[1] (1.筑波大学、2.マラウイ科学技術大学)

[SCG52-P08] Geochemical features of Quaternary rhyolitic magma and xenolith from Hime-shima volcanic group

*平山 剛大[1]、柴田 知之[1]、芳川 雅子[1]、早坂 康隆[1]、竹村 恵二[2] (1.広島大学理学研究科地球惑星システム学専攻、2.京都大学)

[SCG52-P09] 愛媛県中島にみられる瀬戸内火山岩岩脈貫入境界部の岩石学的検討

*大森 泰希[1]、齊藤 哲[2] (1.愛媛大学理学部地球科学科、2.愛媛大学理工学研究科)

[SCG52-P10] **Fundamental evaluation for making simulated sea bed floc**

*早内 愛子[1]、笹倉 大督[1]、安田 尚登[2]、中村 真也[3]、木村 匠[3]、野田 翔兵[4] (1.スペクトリス株式会社　マルバーン・パナリティカル事業部、2.高知大学、3.琉球大学、4.東京理科大学)

[SCG52-P11] Petrology of the Morobe Granodiorite in the Kuper Range, Morobe Province, Papua New Guinea

Bokuik Angela[1]、*星出 隆志[1] (1.秋田大学国際資源学部)

[SCG52-P12] Sr–Nd isotopic compositions of the San-yo Belt, Southwest Japan: Implications for the Cretaceous enriched mantle

*児玉 省吾[1]、大和田 正明[1]、今岡 照喜[1]、亀井 淳志[2] (1.山口大学、2.島根大学)

[SCG52-P13] 神居古潭帯の蛇紋岩岩体縁辺部における塊状蛇紋岩類の岩相・鉱物・化学組成の特徴：幌加内トンネル掘削時に採取された水平連続コア試料の解析

*山崎 秀策[1]、岡崎 健治[1]、倉橋 稔幸[1] (1.国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所)

顕微分光を組み合わせた赤色花崗岩のキャラクタリゼーション
Combined microspectroscopic characterization of a red-colored granite rock sample

*岡田 克也[1]、中嶋 悟[1]
*Katsuya Okada[1], Satoru Nakashima[1]

1. 大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻
1. Department of Earth and Space Science, Graduate School of Science, Osaka University

佐賀県の天山花崗岩はぶどう石脈の周辺10mm程度に赤色化部分が見られる。しかし、この赤色化の原因物質がどこにどのような形態で存在しているのかはわかっていない。そこで、顕微可視・蛍光・ラマン分光測定と、低真空・非蒸着でのエネルギー分散型X線分光装置付き走査型電子顕微鏡（SEM-EDS）測定とを組み合わせたマッピング測定を行った。

暗視野可視光反射スペクトルから定量的な色値L*a*b*およびKubelka-Munk(KM)スペクトルを得た。a*が大きい赤色の部分はKMスペクトルの500~560 nmの吸収帯が大きい部分に対応しており、赤鉄鉱様鉄酸化物によるものと考えられる。一方、b*の大きい黄色の部分は450~500 nmの吸収帯が大きく、緑簾石によるものであると考えられる。SEM-EDS測定と比較すると赤色部はナトリウムまたはカリウム長石に対応していたが、鉄の濃度は0.5wt%より低いという結果が得られた。その部分のラマンスペクトルでは赤鉄鉱は確認できなかったが、天山花崗岩赤色長石のTEM観察ではサブミクロン微粒子が見られ，その一部の電子線回折パターンは赤鉄鉱のそれらと一致した。長石マトリックス中にサブミクロンの赤鉄鉱などの鉄酸化物が点在していると考えられる。

ぶどう石中にはおよそ2wt%の鉄が確認された。その部分でのKMスペクトルには430 nm付近にFe^{3+}の配位子場によると考えられる吸収帯が見られた。このことから、ぶどう石中の鉄はAl^{3+}を置換したFe^{3+}として結晶構造中に存在していることが示唆された。
様々な色を持つ造岩鉱物において、鉄の物理化学形態（Fe^{2+}かFe^{3+}か、酸化物か結晶構造中にあるのか、など）とその分布を非破壊で解析することは困難であるが、本研究で用いた複数の分光手法を組み合わせた測定は、非破壊での鉄のキャラクタリゼーションに有効と期待される。

キーワード：赤色花崗岩、赤鉄鉱、顕微可視分光、色値、吸収帯強度面積マップ、SEM-EDS
Keywords: red granite, hematite, visible microspectroscopy, color values, band area map, SEM-EDS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Crystal chemistry of synthetic mukhinite, V-analogue of clinozoisite, on the join $Ca_2Al_3Si_3O_{12}(OH)$-$Ca_2Al_2VSi_3O_{12}(OH)$

*永嶌 真理子[1]、濱根 大輔[2]、中野 伸彦[3]、川嵜 智佑[4]
*Mariko Nagashima[1], Daisuke Nishio-Hamane[2], Nobuhiko Nakano[3], Toshisuke Kawasaki[4]

1. 山口大学大学院創成科学研究科、2. 東京大学物性研究所、3. 九州大学大学院比較社会文化研究院環境変動部門、4. 愛媛大学理学部
1. Graduate school of Sciences and Technology for Innovation, Yamaguchi University, 2. The institute for Solid State Physics, the University of Tokyo, 3. Department of Environmental Changes, Faculty of Social and Cultural Studies, Kyushu University, 4. Faculty of Science, Ehime University

This is the first report of the crystal structure of mukhinite, V-analogue clinozoisite, on the join $Ca_2Al_3Si_3O_{12}(OH)$-$Ca_2Al_2V^{3+}Si_3O_{12}(OH)$ synthesized at 1.5 GPa and 800 ºC (Run 20). The study was performed to clarify the distribution of V^{3+} among structurally independent octahedral M1, M2 and M3 sites, and the effect of V^{3+} on the crystal structure. Although epidote-supergroup minerals occur widely in low- to medium-grade metamorphic mafic rocks, and hydrothermally altered rocks, clinozoisite- and allanite-subgroup minerals rich in V^{3+} are not common, and have been reported from restricted localities. Mukhinite from the Tashelginskoye iron ore deposit, southwestern Siberia, having the composition of $Ca_{2.0}(Al_{2.1}V_{0.8}Fe_{0.1})Si_{3.1}O_{12}(OH)$ has been regarded as a V^{3+}-analogue of clinozoisite (Shepel and Karpenko 1969). However, its crystal structure and V^{3+} distribution among octahedra have not been investigated. Several syntheses and/or phase-equilibrium studies on clinozoisite-subgroup minerals have been performed. To the best of our knowledge, there has been no investigation of synthetic V-bearing epidote-supergroup minerals.
Syntheses were performed under the conditions of 1.2-1.5 GPa and 600-800 ºC, and run duration 89-261 hours. Mukhinite and V^{3+}-bearing clinozoisite (Czo) in all run products are associated with zoisite (Zo), and also coexist with V-bearing phases such as vanadomalayaite, goldmanite, V-oxides and unidentified Ca-Al-bearing vanadates. Czo and Zo were distinguished by using Raman spectra. As the result of submicroscopic texture observation by TEM, Zo in Run 19 product often contain Czo lamellae with several nm thickness, and they have epitaxial relationship as Zo[010]//Cz[010]. Czo and Zo in Run 20 product are generally separated, but in a few cases, they contact each other at boundaries. However, the phases in Run 20 do not have an epitaxial relationship, and Zo intergrowth with Czo is not observed. Mukhinite and V^{3+}-bearing clinozoisite crystallized in the Run 20 product show a compositional gap between 0.33-0.74 V atoms per formula unit (apfu), and the V content attains 1.14 apfu. The co-existence of low V^{3+}- and high V^{3+}-clinozoisites indicates the presence of a miscibility gap at 1.5 GPa and 800 ºC. Two mukhinite crystals with 0.75 and 0.83 V^{3+} apfu were used for X-ray single-crystal structure analysis (hereafter, labelled as 20d and 20k). Structure refinements of the 20d and 20k crystals converged to R_1 values of 4.20% and 3.33%, respectively. The unit-cell parameters are a = 8.8995(2), b = 5.6299(1), c = 10.1532(2) Å, beta = 115.327(1)º, and V = 459.81(2) Å^3 for 20d, and a = 8.8999(1), b = 5.6357(1), c = 10.1499(1) Å, beta = 115.306(1)º, and V = 460.24(2) Å^3 for 20k. The resulting V^{3+} occupancies among the octahedral sites of 20d and 20k are $^{M1}(Al_{0.894(6)}V_{0.106})^{M2}(Al_{0.976(6)}V_{0.024})^{M3}(V_{0.621(6)}Al_{0.379})$ and $^{M1}(Al_{0.868(4)}V_{0.132})^{M2}(Al_{0.957(4)}V_{0.043})^{M3}(V_{0.652(2)}Al_{0.348})$, respectively. Site preference of V^{3+} at the octahedral sites is M3>M1>M2 as that of Fe^{3+} and Mn^{3+}. The intracrystalline partition coefficient of V^{3+} and Al^{3+} between the M1 and M3 sites, $K_D = (V^{3+}/Al)^{M1}/(V^{3+}/Al)^{M3}$, is 0.07-0.08, which is greater than those of Fe^{3+} and Al^{3+} (0.03-0.05) and of Mn^{3+} and Al^{3+} (0.04-0.06). Variations of the unit-cell parameters are strongly related to the variations of the M3-O*i* and M1-O*i* distances. The unit-cell volumes of mukhinites are similar to those of $Ca_2(Al,Fe^{3+})_3Si_3O_{12}(OH)$-epidote. However, it is noticed that the *a*-dimension is longer, and the *c*

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

-dimensions shorter. The b angles of the mukhinites are also different from those of epidotes, but similar to those of Cr^{3+}-clinozoisite. Although the behavior of V^{3+} and its effect on the epidote-type structure are expected to be similar to those in the case of Fe^{3+} due to their similar ionic radii, some structural variations cannot be explained only in terms of the similarity of ionic radii between V^{3+} and Fe^{3+}.

キーワード：mukhinite、clinozoisite、synthesis、crystal chemistry、Raman spectroscopy、TEM
Keywords: mukhinite, clinozoisite, synthesis, crystal chemistry, Raman spectroscopy, TEM

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

高温加熱ホルダーを用いた桜島火山ガラスからの鉱物晶出その場観察
High temperature In-situ TEM observation of crystallization in Sakurajima volcanic glass

*三宅 亮[1]、奥村 翔太[1]
*Akira Miyake[1], Shota Okumura[1]

1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地質学鉱物学教室
1. Department of Geology and Mineralogy, Graduate School of Science, Kyoto University

Recently, it attracts attention that the enviroment TEM (transmission electron microscope) holders using MEMS (Micro electro mechanical sysytem) tecunique, which is one of the integrated technologies of semiconductor circuit and It is possible to in-situ and nanometer-scale observe and analyze using these enviroment TEM holders, e.g., heating, biasing, gas and liquid conditions.
In the present study, in-stu heating TEM experiment was carried out to observe the crystallization in volcanic glass using in-situ heating TEM holder (Wildfire D6, DENS solutions). Sample is the volcanic glass from Sakurajima volcano.
Experiment condition is that at first heating 23 degC to 1600 degC, which shows the set value, at 1 degC/sec, nextly keeping the 1160 degC for around 24 min, and finally cooling 1160 degC to 23 degC at 1 degC/sec. Because our previous temperature calbration experiments indicated that the actual temperature had the about 200 degC lower value than the setting temperature, it is thought taht 1160 degC, the setting temperature in this study, showed about 950 degC.
Many minerals crstallized in volcanic glass were observed in the in-situ experiments, although we could not observe just crystallization from glass at first unfortunately. During keeping the 1160 degC, we could observe that mineral disappeared and re-crystallization. After cooling, we identified these minerals crystallized at high temperature, and these minerals were magnetite (Fe3O4) and clinopyroxene (space group: C2/c).

キーワード：高温その場観察
Keywords: in-stu heating TEM experiment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北部九州西部，能古島に分布する花崗閃緑斑岩の貫入時期とSr同位体比組成

Timing of intrusion and Sr isotopic composition of granodiorite porphyrites in the Noko Island, western part of northern Kyushu

*柚原 雅樹[1]、川野 良信[2]、岡野 修[3]
*Masaki Yuhara[1], Yoshinobu Kawano[2], Osamu Okano[3]

1. 福岡大学理学部地球圏科学科、2. 立正大学地球環境科学部環境システム学科、3. 岡山大学理学部地球科学科
1. Department of Earth System Science, Faculty of Science, Fukuoka University, 2. Department of Environment Systems, Faculty of Geo-environmental Science, Rissho University, 3. Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Okayama University

北部九州西部，能古島に分布する北崎トーナル岩ならびに変成岩中に貫入する花崗閃緑斑岩岩脈（唐木田，1965；唐木田ほか，1994）は，記載岩石学的特徴，全岩化学組成の特徴から，花崗岩質マグマと北崎トーナル岩とは異なるトーナル岩質マグマの混合によって形成されたことが明らかになった（柚原，2017）．しかし，その貫入時期については不明であった．その後，岩脈の貫入時期に関する新たな産状を見出すとともに，Sr同位体比を測定した．本報告ではそれらの結果を報告する．

花崗閃緑斑岩岩脈は主に，能古島および周辺地域の北崎トーナル岩と変成岩中に認められる．花崗閃緑斑岩岩脈は，ランプロファイアーを包有し（柚原ほか，2007），ランプロファイアー岩脈に切られる．このことは，花崗閃緑斑岩岩脈とランプロファイアー岩脈がほぼ同時期に貫入したことを示唆する．ランプロファイアー岩脈からは，90.7±1.2 MaのK-Ar年代が報告されており（石橋ほか，2007），貫入年代と解釈されている．したがって，花崗閃緑斑岩岩脈もこの時期に貫入したと考えられる．両岩脈が北崎トーナル岩中に貫入する細粒花崗岩岩脈を切ることから，細粒花崗岩の活動はこれよりも古い．

組成変化図において，本花崗閃緑斑岩は，岩脈中の苦鉄質包有岩と北崎トーナル岩中に貫入する細粒花崗岩岩脈の間の組成を示す．苦鉄質包有岩は多くの元素で北崎トーナル岩の組成範囲内にあるが，MgO，Na_2O，Crに富み，Yにやや乏しい傾向にある．特に，SiO_2-A.S.I.図やMgO-Fe_2O_3*図では，細粒花崗岩，花崗閃緑斑岩，苦鉄質包有岩の形成するトレンドと，北崎トーナル岩の変化トレンドは大きく異なる．以上のことから，柚原（2017）は，本花崗閃緑斑岩は，花崗岩質マグマと苦鉄質包有岩の元となった北崎トーナル岩とは異なる組成を持つトーナル岩質マグマの混合により形成されたと考えた．

貫入時期と考えられる90.7 Maで年代補正した花崗閃緑斑岩と苦鉄質包有岩のSr同位体比初生値（SrI）は，それぞれ0.70459～0.70487，0.70430～0.70466である．ランプロファイアーのSrIは0.70414である．これに対し，90.7 Maで年代補正したSr同位体比は，北崎トーナル岩で0.70435～0.70480，細粒花崗岩で0.70512～0.70580である．花崗閃緑斑岩と苦鉄質包有岩のSrIは，細粒花崗岩よりも明らかに低いが，北崎トーナル岩の組成範囲内にあるだけでなく，北部九州白亜紀花崗岩類のSrI（0.70434～0.70681：大和田ほか，1999；柚原ほか，2005；川野・柚原，2008）の範囲内にあり，これらと区別することは困難である．これは，Sr同位体比組成の類似した起源物質から生成されたトーナル岩質マグマが関与しているためであると考えられる．ランプロファイアーのSrIは，これらよりも明らかに低いが，志賀島塩基性岩類（柚原ほか，2016）と類似している．

キーワード：花崗閃緑斑岩、ランプロファイアー、Sr同位体比、北崎トーナル岩、能古島、北部九州白亜紀花崗岩類

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: granodiorite porphyrite, lamprophyre, Sr isotopic composition, Kitazaki Tonalite, Noko Island, Cretaceous granitic rocks in northern Kyusyu

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Petrological study of crystallization process of a composite dike in the Ryoke belt (Mie Prefecture, SW Japan)

*山崎 あゆ[1]、河上 哲生[1]、東野 文子[2]
*Ayu Yamazaki[1], Tetsuo Kawakami[1], Fumiko Higashino[2]

1. 京都大学理学研究科地球惑星科学専攻　地質学鉱物学教室地球物質科学講座　岩石学グループ、2. 東北大学大学院環境科学研究科
1. Department of Geology and Mineralogy, Graduate school of Science, Kyoto University , 2. Graduate school of Environmental Studies, Tohoku University

A composite dike with a width of about 3 m discordantly intrudes to the gneissose structure of pelitic and psammitic migmatites in Hakusan-cho, Mie Prefecture (Ryoke belt, SW Japan). This composite dike has silicic margin of about 15 cm in width and mafic rocks in its center in the form of discrete pillows of about 5-30 cm in width, representing coexistence of silicic and mafic magmas. This study aims to discuss how the composition of these magmas changed through magma mingling, magma mixing and chemical diffusion by observing microtextures indicative of magma mixing and spatial change of mineral compositions.

The silicic host rock more than 3 cm distant from the mafic pillow consists of plagioclase + biotite + quartz + K-feldspar + garnet. Silicic host rock in the vicinity of the mafic pillows shows the mineral assemblage of plagioclase + biotite + quartz ±K-feldspar with minor garnet. On the other hand, the mafic pillows mainly consist of two parts, hornblende-bearing and hornblende-free domains. The hornblende-bearing domain mainly consists of plagioclase + hornblende + biotite + quartz ±K-feldspar. The hornblende-free domain, commonly developed in between the hornblende-bearing domain and the silicic host, mainly consists of plagioclase + biotite + quartz ±K-feldspar.

Some microtextures indicative of magma mixing (e.g. acicular apatites, rapakivi feldspars, “anorthite spikes” in plagioclase) (Hibbard, 1991; Baxter and Feely, 2002) were found both from the mafic pillows and from the silicic host in the vicinity of them. Especially in felsic back veins developed in the mafic pillows, coarse-grained plagioclase shows a zonal inclusion arrangement of quartz and biotite. A number of acicular apatite crystals are included in and outside the inclusion arrangement, whereas no apatite inclusion is present inside the inclusion arrangement. This microtexture is considered as evidence of local magma mixing in felsic back veins.

When focusing on one pair of a discrete pillow and its silicic host, systematic change in mineral composition is observed in the silicic host and the mafic pillow as a distance from the mafic pillow: From the silicic host to the mafic pillow, anorthite value of fine-grained plagioclase, $Mg/(Mg+Fe_{total})$ ratio, Cl and TiO_2 concentrations of biotite gradually approach to the value observed in the mafic pillow. These chemical trends indicate that magma composition changed prior to the crystallization of these minerals. Observation of the sharp silicic host/mafic pillow boundary and rare occurrence of magma mixing textures both in silicic and mafic rocks suggests that chemical diffusion across the interface between the two magmas played an important role before mechanical mixing.

In a larger scale, 3 different mafic pillows in different positions of the vein (about 10 cm, 20 cm and 160 cm distant from the dike wall) show different $Mg/(Mg+Fe_{total})$ ratio of biotite and hornblende. The mafic pillow at 10 cm and that at 20 cm have similar $Mg/(Mg+Fe_{total})$ ratio of biotite and hornblende, whereas mafic pillow at 160 cm-distance has higher $Mg/(Mg+Fe_{total})$ ratio than them. This indicates the difference in the degree of chemical exchange between the silicic host and the mafic pillows as a distance from the vein wall.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

愛媛県高縄半島に分布する領家花崗岩類の岩石記載とジルコンU-Pb年代
Petrography and Zircon U-Pb ages of the Ryoke Granitoids distributed in the Takanawa Peninsula, Ehime Prefecture.

*下岡 和也[1]、齊藤 哲[1]、谷 健一郎[2]
*Kazuya Shimooka[1], Satoshi SAITO[1], Kenichiro Tani[2]

1. 愛媛大学理工学研究科、2. 国立科学博物館地学研究部
1. Graduate School of Science and Engineering, Ehime University, 2. Department of Geology and Paleontology, National Museum of Nature and Science

１．はじめに

愛媛県北部に位置する高縄半島には、多様な岩相・岩質からなる領家帯花崗岩類が分布しており、宮久・平岡(1970)、越智(1982)などにより岩石記載や岩相区分がなされてきた。越智(1982)は、本地域の花崗岩類をトーナル岩質岩の3岩体、花崗閃緑岩の4岩体、花崗岩の7岩体に区分し、貫入形態から示唆される前後関係から、トーナル岩質岩、花崗閃緑岩、花崗岩の順に形成したことを指摘した。しかしKagami et al. (1988)は、これらの岩体が93.1±2.9 MaのRb-Sr全岩アイソクロンを形成することから、白亜紀後期のほぼ同時期に形成された可能性を示した。一方、吉倉ほか(2004)は当地域の花崗岩類を13の岩型に区分した上で、第１期(片麻状トーナル岩~花崗閃緑岩)、第2期(塊状花崗閃緑岩)、第3期(塊状アダメロ岩~花崗岩)に大別し、第1期および第2期の花崗岩類に第3期の花崗岩類が貫入しているとした。しかしながら、それらのジルコン(単粒子)U-Pb年代は、第3期の花崗岩類（96.7±0.7 Ma）が第1期および第2期の花崗岩類（それぞれ91.4±0.2 Maと91.0±0.2 Ma）より有意に古い年代を示し、時階区分と矛盾することを報告している。このように、高縄半島に分布する領家花崗岩類については、その形成年代や岩相区分、貫入関係等について見解が収束しておらず、さらに十分な検討がなされる必要がある。そこで本研究では、当地域の領家花崗岩類について岩石記載をおこなうとともに、新たにジルコンU-Pb年代測定を行い形成年代の検討を行なった。

２．岩石記載

本研究では、越智(1982)の岩体区分に基づき、岩石試料採集と薄片観察を行った。モード測定による鉱物構成量比から、越智(1982)のトーナル岩質岩はトーナル岩～花崗閃緑岩、花崗閃緑岩はトーナル岩～花崗閃緑岩、花崗岩は多くが花崗岩の組成をそれぞれ持つことが確認された。また、トーナル岩質岩から花崗閃緑岩、花崗岩への組成変化につれて、色指数が低くなる傾向が認められた。

３．ジルコンU-Pb年代

越智(1982)の区分に基づき、トーナル岩質岩（高縄岩体）、花崗閃緑岩（北条岩体）、花崗岩（糸山岩体）の試料からジルコンを分離した。これらの岩相は、片麻状トーナル岩、塊状花崗閃緑岩、塊状花崗岩であり、それぞれ吉倉ほか(2004)の第１期、第２期、第３期に相当するものと考えられる。ジルコンのカソードルミネッセンス像観察から、明瞭な波動累帯構造を示すリム部を選び、国立科学博物館設置のLA-ICP-MS によりU-Pb年代測定を行った。その結果、トーナル岩質岩について約94 Ma、花崗閃緑岩について約89 Ma、花崗岩について 約94 Maの年代を得た。

４．議論

本研究のモード測定による岩石分類は、越智(1982)と概ね一致する。一方、越智(1982)で貫入形態から指摘されたトーナル岩質岩、花崗閃緑岩、花崗岩の活動順に対し、本研究のジルコンU-Pb年代は、花崗閃緑岩がトーナル岩質岩および花崗岩より有意に若い。また、吉倉ほか(2004)の第１期、第２期、第３期のジルコン(単粒子)U-Pb年代と比べても、それぞれ本研究で得られた年代はやや異なる。当地域における白亜紀後期花崗岩質マグマ活動の詳細を明らかにするためにはさらなる年代データの蓄積が必要であるが、本研究結果からは、約94 Maのトーナル岩質岩および花崗岩の形成と、それに引き続く約89 Maの花崗閃緑岩の形成といった複数のマグマ活動が示唆される。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：領家帯、花崗岩類、高縄半島
Keywords: Ryoke belt, Granitoids, Takanawa Peninsula

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

マラウイ南部の基盤岩類にみられる原生代火山弧火成作用と高度変成作用
Neoproterozoic arc magmatism and high-grade metamorphism of the basement rocks in southern Malawi

*角替 敏昭[1]、Uthup Sam[1]、Nyirongo Mzee Wandembo[2]、Rahman Md. Sazzadur[1]、高村 悠介[1]、髙橋 一輝[1]
*Toshiaki Tsunogae[1], Sam Uthup[1], Mzee Wandembo Nyirongo[2], Md. Sazzadur Rahman[1], Yusuke Takamura[1], Kazuki Takahashi[1]

1. 筑波大学、2. マラウイ科学技術大学
1. University of Tsukuba, 2. Malawi University of Science and Technology

The basement rocks in southern Malawi form part of the Mozambique Belt (or the southern Irumide Belt) that correspond a typical example of Neoproterozoic collisional orogens in southeastern Africa. The dominant lithologies in Lilongwe-Zomba-Blantyre area in southern Malawi are biotite gneiss (biotite + quartz + microcline + plagioclase), charnockite (orthopyroxene + K-feldspar + quartz + plagioclase + ilmenite + magnetite), and mafic granulite (plagioclase + clinopyroxene + garnet + calcic amphibole + quartz + orthopyroxene + ilmenite) which are intruded by syenite (K-feldspar + calcic amphibole + biotite + quartz + clinopyroxene) and granite (quartz + K-feldspar + plagioclase + biotite). Garnet in the mafic granulite is often mantled by plagioclase + orthopyroxene coronae, suggesting post-peak decompression. Phase equilibria modeling of the mafic granulite in the system NCKFMASHTO yielded the peak metamorphic condition of 800-920 °C and ~10 kbar with a clockwise *P-T* evolution. Major, minor, and REE geochemical data for selected felsic orthogneisses suggest arc-magmatic signatures of the rocks. The results of this study suggest that the orthogneisses in southern Malawi corresponds to a Neoproterozoic magmatic arc unit that was probably metamorphosed at high- to ultrahigh-temperature conditions during the latest Neoproterozoic East-African and Kuunga orogens.

キーワード：モザンビーク帯、クーンガ造山帯、東アフリカ造山帯、グラニュライト、相平衡モデリング
Keywords: Mozambique Belt, Kuunga Orogen, East African Orogen, Granulite, Phase equilibria modeling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geochemical features of Quaternary rhyolitic magma and xenolith from Hime-shima volcanic group

*平山 剛大[1]、柴田 知之[1]、芳川 雅子[1]、早坂 康隆[1]、竹村 恵二[2]
*Takehiro Hirayama[1], Tomoyuki Shibata[1], Masako Yoshikawa[1], Yasutaka Hayasaka[1], Keiji Takemura[2]

1. 広島大学理学研究科地球惑星システム学専攻、2. 京都大学
1. Department of Earth and Planetary Systems Science, Graduate School of Science, Hiroshima University, 2. Kyoto university

The Hime-shima volcanic group is composed of seven volcanoes; Oomi, Yahazudake, Kane, Ukisu, Shiroyama, Darumayama and Inazumi volcano, and is located offing of Kunisaki Peninsula, western Seto Inland Sea. The Philippine Sea Plate (PSP) is subducting under this island. It is thought that the volcanic rocks of the Himeshima volcanic groups were formed by magma mixing of dacite magma and rhyolitic magma, on the bases of disequilibrium amphibole in rhyolite and the linear trends of major element contents with the increasing in SiO_2 contents. According to their high Sr/Y ratios (some 100), low Y contents (< 14.3 ppm) and low $^{87}Sr/^{86}Sr$ rations (0.7037), the source material for dacitic endmember was inferred as partial melt of subducted PSP (Shibata et al. 2014). On the other hand, contributions of crustal materials are suggested from the existence of crustal xenoliths in the dacite (Shibata et al., 2014, 2016) and residual material of metapelite in the rhyolite (Hirayama et al., 2018). However, quantitative discussion for genesis of rhyolitic endmember have not been made. Therefore, we determined trace element compositions of rhyolites and major and trace element compositions of the crustal xenoliths in order to discuss the genesis of rhyolite magma. Additionally, we determined the U-Pb zircon age of the xenoliths to know their origin.

Trace element Primitive Mantle (PM)-normalized patterns of rhyolite from Hime-shima volcanic group is characterized by negative Sr, Zr and Eu anomalies and liner trend of Nb. According to their relationship between Sr/Y ratio and Y content, rhyolite from Hime-shima volcanic group have Sr/Y ratio (< 10) and Y content (< 15 ppm). Rhyolite from Hime-shima volcanic group cannot be classified as adakite and island-arc andesite-dacite-rhyolite. Geochemical features of the rhyolite have high Rb/Sr ratio (> 1.0), low Zr content (30 ppm) and high Nb content (15 ppm).

Petrography of xenoliths from Hime-shima volcanic group is similar to that of basement rocks of Ryoke metamorphic rocks and granites from Kunisaki peninsula. U-Pb ages of zircon grains from metapelite are ca. 100 –110 Ma. These ages show agreement with ages of U-Pb zircon in metamorphic rocks from Ryoke metamorphic belt. Geochemical features of these xenoliths have wide Zr contents (20 –100 ppm), low Nb contents (< 10 ppm), high Y contents (> 15 ppm) and low Sr/Y ratios (< 40 ppm), although the xenolith of basaltic andesite shows high Sr/Y ratio of 90. As results of comparing the geochemical compositions between rhyolite and xenoliths from Hime-shima volcanic group, we think that there is no genetic relationship between the xenoliths and rhyolite.

We examined the genesis of xenoliths from Hime-shima volcanic group are from rocks composed with Ryoke metamorphic belt, because Ryoke metamorphic belt, which is composed of metamorphic rocks, diorites and granites, is under Hime-shima. We compared geochemical features of granites from Ryoke metamorphic belt (Ryoke granites, Yuhara, 1994) with rhyolites from Hime-shima. Trace element PM-normalized patterns of the granites have similar to those of rhyolite from Hime-shima volcanic group,

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

which are characterized by negative Sr, Zr and Eu anomalies and liner trend of Nb. Geochemical compositions of the Ryoke granites have high Rb/Sr ratios (0.5 - 1.5), low Sr/Y ratios (10 - 20), wide composition range of Y contents (12 - 35 ppm) high Nb concentrations (10 - 20 ppm) and wide composition range of Zr contents (50 - 250 ppm). The chemical features of the rhyolite from Hime-shima volcanic group have high Nb (> 15 ppm), high Rb/Sr ratio (> 1.0), low Y content (< 10 ppm), low Sr/Y ratio (< 10) and low Zr content (< 50 ppm). These chemical features share rhyolites in Hime-shima volcanic group with the Ryoke granites. Therefore, it is interpreted that the rhyolites from Hime-shima volcanic group was derived from crustal material, which compositions is similar to the Ryoke granites.

キーワード：姫島火山群、捕獲岩、流紋岩
Keywords: Hime-shima volcanic group, Xenolith, Rhyolite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

愛媛県中島にみられる瀬戸内火山岩岩脈貫入境界部の岩石学的検討
Petrological study on the intrusive contact of a Setouchi volcanic rock dike in the Nakajima Island, Ehime Prefecture

*大森 泰希[1]、齊藤 哲[2]
*Taiki Omori[1], Satoshi SAITO[2]

1. 愛媛大学理学部地球科学科、2. 愛媛大学理工学研究科
1. Department of Earth Science, Faculty of Science, Ehime University , 2. Department of Earth Science, Graduate Schoole of Science, Ehime University

１.はじめに
瀬戸内火山岩類は中新世に活動した高Mg安山岩（HMA）の産出で特徴づけられる火山岩類であり、松山周辺では高縄半島から防予諸島にかけて広く分布する。防予諸島の一島である中島には、領家変成岩類貫入する領家花崗岩類や、それらに岩頸・岩脈状の瀬戸内火山岩類が貫入する産状が多数認められる。本研究では中島南西部で観察された、火山岩類と母岩の花崗岩類との貫入境界部で両者が混在する特徴的な産状に着目し、詳細な岩石記載と全岩化学分析によりその形成過程を検討した。
２.研究手法
野外調査により産状観察、試料採集を行った。貫入境界からの距離に応じた火山岩類の組成変化を検討するため、境界から28mの範囲で火山岩類の詳細な試料採集を行った。室内実験として、薄片作成・偏光顕微鏡観察による岩石記載、SEM-EDS分析、XRFを用いた全岩主要・微量元素組成分析を行った。
3. 結果・考察
観察した露頭の火山岩類はその多くがHMA組成を持つ。野外観察から、火山岩類は貫入境界付近の花崗岩岩片を多く含む混在部（0～1m）、花崗岩由来の鉱物片が点在する均質部（1～10m）、安山岩角礫や花崗岩角礫を多数含む角礫部（10m以降）へと漸移する。当露頭における火山岩類の全岩化学組成の距離に対する変化を検討した。火山岩類のSiO_2含有量は貫入境界近傍において急激に上昇するなど、多くの元素について母岩の花崗岩との混合が示唆される組成変化を示す。しかしながら、火山岩類のAl_2O_3含有量に関しては境界部近傍において急激に上昇し、火山岩類より低いAl_2O_3含有量を持つ母岩の花崗岩類との混合では説明できない。また、火山岩類に含まれる花崗岩ゼノリスには、パイロ変成作用に伴う部分溶融により形成されたと解釈されるガラスが鉱物粒間にしばしば認められるが、SEM-EDS分析により得られたガラスのAl_2O_3含有量も火山岩類のAl_2O_3含有量より低い。したがって、もしマグマ貫入時に母岩由来部分溶融メルトの選択的混合が起きたとしても、貫入境界付近の高いAl_2O_3含有量を説明することができない。
一方、HMA組成をもつ均質部の岩相は、顕微鏡下では花崗岩由来の長石・石英片の他に、かんらん石と単斜輝石の斑晶が多く認められる。貫入境界付近（混在部）から花崗岩片を取り除いた火山岩試料が、急冷により貫入時のマグマ組成を保持したものと仮定し、マスバランス計算により花崗岩由来の長石・石英の混入と、マグマ由来のかんらん石・単斜輝石の濃集により均質部の全岩化学組成が再現可能かどうか検討した。その結果、均質部の全岩化学組成は、平均して斜長石6%・石英1%の混入と、かんらん石7%・単斜輝石5%の濃集により説明できることがわかった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：瀬戸内火山岩類、愛媛県中島
Keywords: Setouchi volcanic rocks, Nakajima Island, Ehime Prefecture

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Fundamental evaluation for making simulated sea bed floc

*早内 愛子[1]、笹倉 大督[1]、安田 尚登[2]、中村 真也[3]、木村 匠[3]、野田 翔兵[4]
*AIKO HAYAUCHI[1], Daisuke Sasakura[1], Hisato Yasuda[2], Shinya Nakamura[3], Sho Kimura[3], Shohei Noda[4]

1. スペクトリス株式会社　マルバーン・パナリティカル事業部、2. 高知大学、3. 琉球大学、4. 東京理科大学
1. Malvern Panalytical division of Spectris Co., Ltd, 2. Kochi University, 3. UNIVERSITY OF THE RYUKYU, 4. TOKYO UNIVESITY OF SCIENCE

1. Introduction
Flock is an aggregate in which fine particles such as clay and silt gathered loosely. It exists in the seabed for example. Research on flocs has been carried out on site and/or real samples, and many are observational approaches. There we tried analysis from a micro viewpoint for making floc simulation samples and reported about relationship between sample particle feature and how ease to be floc last year.
But we didn’ t care flocculant concentration in that report. Flocculant concentration must be important factor to discuss with making a simulated floc. Therefore we focused on influence of flocculant concentration to floc characteristic in this study.

2. Material and method
Kaolin as a model sample and Eb-a(Hayashi Co., Ltd.) as a flocculant for simulated floc preparation were used. Eb-a water solution concentration was 0%, 0.1%, 0.01%, 0.01% and 0.0001%. 0.05% sample water solution was prepared with each Eb-a water solution.
One of famous parameter of solution stability evaluation is zeta potential. Zeta potential was measured with Zetasizer nano ZSP (Malvern Instruments). Particle size distribution (incl. floc size distribution) was measured with Mastersizer 3000 (Malvern Instruments) which is laser diffraction system. Mastersizer 3000 is circulation system. In other hand, Morphologi 4 (Malvern instruments) which is a statistical particle image analysis system was also used for measuring particle size distribution. Morphologi 4 is not circulation system, so we can know original floc size distribution and we can see floc as well because Morphologi 4 is imaging system.

3. Result
Zeta potential in each flocculant concentration is shown in Table 1. In general, the system is stable when the zeta potential absolute value is over 20mV. Zeta potential in Eb-a concentration 0%, 0.001% and 0.0001% were around -60mV. It means that these systems are very stable and it indicates that it is difficult to occur flocculation in these situations. In the other hand, zeta potential absolute value in Eb-a concentration 0.01%, 0.1% and 1% were under 10mV, so that these indicate easy to occur flocculation.
The floc size measured by Mastersizer3000 is shown in Table 2. At The size was measured with 1500rpm/stirring speed at first, then was measured with change to 2500rpm/stirring speed. Comparing each Dv90 on 1500rpm, higher Eb-a concentration showed bigger floc size. In terms of toughness of floc, comparing the ratio of Dv90 on 1500rpm to Dv90 on 2500rpm was 1% Eb-a (0.54), 0.1% Eb-a (65%) and 0.01% Eb-a (75%). This is a result indicating that 0.01% Eb - a was the least fragile among these three samples. Also interestingly, Dv10 on 2500rpm was 0.01% Eb-a (18um), 0.1% Eb-a (9.6um) and 1% Eb-a (5.1um).
The floc size was measured by Morphlogi 4 as well. These data will discuss indetail on that day.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

4. Conclusions

The results show flocculation concentration is one of important factor to make simulated floc. We will continue to study to make clear which factor important to make simulated floc.

キーワード：フロック、凝集剤、ゼータ電位、粒子径分布、イメージング
Keywords: floc, flocculation, zeta potential, particle size distribution, imaging

Eb-a(%)	0	0.0001	0.001	0.01	0.1	1
Zeta Potential (mV)	-58.0	-59.4	-57.9	-9.62	-1.03	0.119

Table 1: Zeta potential in each flocculant concentration

Eb-a(%)	stirre speed	Dv10(μm)	Dv50(μm)	Dv90(μm)
1	1500rpm	14.6	62.5	155
1	2500rpm	5.06	25.0	83.3
0.1	1500rpm	12.4	42.4	106
0.1	2500rpm	9.64	30.3	68.5
0.01	1500rpm	19	45.2	87.6
0.01	2500rpm	17.6	36.3	65.6
0	1500rpm	2.69	6.11	14.9

Table 2: Floc size

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Petrology of the Morobe Granodiorite in the Kuper Range, Morobe Province, Papua New Guinea

Bokuik Angela[1]、*星出 隆志[1]
Angela Lynett Bokuik[1], *Takashi Hoshide[1]

1. 秋田大学国際資源学部
1. Faculty of International Resource Sciences, Akita University

The Morobe Granodiorite is a composite batholith comprising of monzodiorite, monzonite, quartz monzonite, granite, granodiorite, diorite and gabbro. Mafic Microgranular Enclaves (MME) are abundant in the intrusion. The mineral assemblage of the Morobe Granodiorite comprises of hornblende, biotite, plagioclase, alkali feldspar and quartz with accessory minerals of titanite, apatite, magnetite and ilmenite. The rocks have a variety of texture, such as poikilitic, cumulous and porphyritic. The MME also has a similar mineral assemblage and texture to its host however, it is abundant in mafic minerals hornblende and biotite.

Mineral compositions for amphibole of the granodiorite and MMEs are similar, implying similar magma environment. By the iteration calculation using a geobarometer (Anderson and Smith, 1995) and a geothermometer (Blundy and Holland, 1990), we estimated the crystallization temperature of 597-766˚C and the maximum crystallization pressure of 3.6 kbar. Crystallization conditions from the MME yield higher temperature (812˚C) and pressure (5.3 kbar) to its host, which implies MMEs represent the deeper hotter parts of the same magma chamber of which the MME and host formed.

The geochemical signature of the Morobe Granodiorite represent calc-alkaline and metaluminous nature typical of I-type granites. The variations of major elements in the Harker diagram can be best explained by fractionation mainly of hornblende and plagioclase. The interpretation is consistent with the textural variations of the rocks. Low $FeO^T/(FeO^T + MgO)$ ratios and high Mg-number for granodioritic rocks suggest magma originated from partial melting of the lower mafic crust. This magma was contaminated upon ascent wall rock assimilations of the host rock Owen Stanley Metamorphic. This can be seen as Na_2O vs SiO_2 and K_2O vs SiO_2 variation diagrams.

キーワード：モロベ花崗閃緑岩体、苦鉄質細粒包有岩、分別結晶作用
Keywords: Morobe Granodiorite, mafic microgranular enclaves, fractional crystallization

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Sr–Nd isotopic compositions of the San-yo Belt, Southwest Japan: Implications for the Cretaceous enriched mantle

*児玉 省吾[1]、大和田 正明[1]、今岡 照喜[1]、亀井 淳志[2]
*Shogo Kodama[1], Masaaki Owada[1], Teruyoshi Imaoka[1], Atsushi Kamei[2]

1. 山口大学、2. 島根大学
1. Yamaguchi University, 2. Shimane University

Cretaceous to Paleogene igneous rocks are widely exposed in the Inner Zone of Southwest Japan where the granitic rocks have been divided into the San-in, San-yo, and Ryoke Belts on the basis of their lithologies, geochemical compositions, magnetic susceptibility and associated ore deposits (Ishihara, 1971). The San-yo and Ryoke Belts belong to the ilmenite-series granitic rocks, but the San-in Belt corresponds to the magnetite-series ones (Ishihara, 1977). According to Sr isotopic compositions, Kagami et al. (1992) classified these granitic rocks into the North Zone , South Zone, and Transitional Zone situated between the North and South Zones. The granitic rocks from the Transitional and South Zones show negative eNdI values (Kagami et al., 1992); however, the isotopic compositions of granitic rocks would serve only as proof for the bulk of the continental crust (Jahn, 2010). This means that those data are unlikely to provide us with mantle signatures. Imaoka et al. (2014) described the Early Cretaceous lamprophyer (c. 105 Ma) from the Kyoto district. The Kyoto lamprophyres geochemically show enriched signatures with positive and negative eNdI values corrected to 105 Ma. In consideration of the geochemical signatures and tectonic setting, Imaoka et al. (2014) concluded that the Kyoto lamprophyre was derived from heterogenous enriched mantle created by the subduction of the oceanic crust. Aspects of the existence of enriched mantle, however, are still unclear, such as in regard to its regional extension and duration for the Cretaceous magma activities of the Inner Zone of Southwest Japan.

Late Cretaceous igneous rocks are widely exposed in the western part of Honshu Island. These igneous rocks consist mainly of granitic rocks and felsic to intermediate volcanic rocks. We newly found a small gabbro stock (c. 1 km in diameter) with relatively primitive compositions in the central part of Yamaguchi Prefecture. The gabbro stock accompanies the Susuma-Nagaho granodiorite as coeval intrusive rocks. Therefore, we refer to both granodiorite and gabbro as the Susuma-Nagaho Plutonic Complex (SNPC, hereafter). The gabbro can be subdivided into fine-grained gabbro (Fn-gabbro) and coarse-grained cumulus gabbro (Co-gabbro). The Fn-gabbro has a high Mg-number similar to primitive basalt with negative eNd values corrected to 92 Ma although Cr and Ni contents are relatively low, which indicates that the basaltic magma may have been derived from enriched mantle. In consideration of the geochemical signatures including the Sr and Nd isotopic compositions, the enriched mantle characterized by negative eNd isotopic values would have existed underneath the Inner Zone of Southwest Japan during the Cretaceous.

キーワード：白亜紀後期、山陽帯、斑レイ岩、エンリッチマントル
Keywords: Late Cretaceous, San-yo Belt, Gabbro, Enriched mantole

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

神居古潭帯の蛇紋岩岩体縁辺部における塊状蛇紋岩類の岩相・鉱物・化学組成の特徴：幌加内トンネル掘削時に採取された水平連続コア試料の解析
Lithological variation of massive serpentinites in marginal zone of serpentinite body in Kamuikotan belt, Hokkaido, Japan: Analysis of advanced-boring cores for tunnel construction

*山崎 秀策[1]、岡崎 健治[1]、倉橋 稔幸[1]
*Shusaku Yamazaki[1], Kenji Okazaki[1], Toshiyuki Kurahashi[1]

1. 国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所
1. Civil Engineering Research Institute for Cold Region, Public Works Research Institute, National Research and Development Agency

北海道の神居古潭帯などの沈み込み帯の高圧変成岩類に付随して露出する蛇紋岩岩体は、沈み込み帯深部における物質循環プロセスを理解する上で重要な地質体である。近年では、海底に露出あるいは海底下から掘削された蛇紋岩類を最新の地質学的解析手法により解析することで、海洋底における蛇紋岩化プロセスが明らかとなりつつある。一方、陸上蛇紋岩類の研究においては、土壌・植生による被覆に加えて、蛇紋岩類は地表面での風化・変質による岩石自体の脆弱性による観察・試料採取の困難さから、地表踏査により脆弱部を含めた蛇紋岩岩体の内部構造の把握は困難な場合が多く、断片情報から岩相分布を把握している状況にある。これまで陸上蛇紋岩岩体の深部を直接観察・掘削した事例として、日本では蛇紋岩岩体を掘削したトンネル施工事例は30以上あり、各トンネルにおいて掘削断面の記載、蛇紋岩類の物性計測、地質断面図の作成が行われてきた。しかしながら、工学的な調査が主体であることから岩体の源岩構成や蛇紋岩化の度合いなどの詳細な地質背景は不明な点が多い。掘削技術が発達した近年においても、蛇紋岩岩体の掘削はしばしば難工事となることから、最新の地質学的調査・解析手法により、蛇紋岩類を新たに性状分類する必要があると考えられる。

筆者らは、蛇紋岩岩体を掘削したトンネル地質断面の再構築と蛇紋岩類の性状特性による細分類を主目的として、北海道の神居古潭帯の幌加内地域の鷹泊蛇紋岩岩体の縁辺部を掘削した幌加内トンネルを対象とし、掘削時に採取された連続水平コア試料（延長1241m）の解析を実施してきた。本報告では、トンネル掘削ルートに沿って、50～100m間隔で採取した塊状蛇紋岩類を対象に、コア・薄片観察および回折X線分析を実施し、源岩構成および蛇紋岩化プロセスについての解析結果を報告し、神居古潭変成岩類を伴う蛇紋岩岩体周辺部の岩相変化について考察を行う。

先行研究では鷹泊岩体主体部の蛇紋岩類は形態から、塊状、葉片状、粘土状蛇紋岩に区分され、源岩はハルツバージャイトを主体とし、一部にダナイトが帯状に分布すること、また、貫入岩・ブロックとして、いわゆる微閃緑岩と細粒斑れい岩の岩脈を多数伴うことが明らかとされている(Igarashi et al., 1985) 。本研究による、幌加内トンネルの水平コア試料の観察結果においても、主体部同様に塊状、葉片状、粘土状の蛇紋岩が識別された。岩体縁辺部の塊状蛇紋岩類は、主体部と同様に源岩はハルツバージャイトが主体であり、一部にダナイトを伴うことが明らかとなった。採取した塊状蛇紋岩類はすべて、完全に蛇紋石化しており、クロムスピネル以外の初性鉱物は残存していない。源岩組織として、輝石仮像を伴わないダナイト様組織、斜方輝石仮像を伴うハルツバージャイト様組織、他形の斜方輝石仮像を持つ集積岩様組織、スピネルの定向配列によるフォリエーション構造などの源岩構造が認められる。蛇紋石は、カンラン石や斜方輝石を交代する網目状アンチゴライトと、後期の繊維状のクリソタイル脈の形成が認められ、磁鉄鉱、ブルーサイトを伴う。岩体周辺部の特徴として、トンネル断面の西側、中央、東側で蛇紋岩化の様相が異なる。トンネル中央では源岩組織を良く残す一方、角閃岩が出現する西側境界付近では、炭酸塩鉱物（マグネサイト）に交代された塊状蛇紋岩が認められ、緑色片岩が出現する東側境界付近では、源岩組織が消失した濃緑色の塊状蛇紋岩が分布する。両境界

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

における塊状蛇紋岩の組織・鉱物組成の違いは、接触する神居古潭変成岩類との関係の違いなど、沈み込み帯における蛇紋岩化プロセスが異なる可能性を示唆している。

キーワード：蛇紋岩、神居古潭帯、ボーリングコア試料
Keywords: Serpentinite, Kamuikotan belt, Boring core

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_28

[S-CG52] 岩石・鉱物・資源

コンビーナ:野崎 達生(海洋研究開発機構海底資源研究開発センター)、齊藤 哲(愛媛大学大学院理工学研究科)、門馬 綱一(独立行政法人国立科学博物館)、土谷 信高(岩手大学教育学部地学教室)

岩石，鉱物，資源に関する発表を広く募集します．フィールド調査，高温高圧実験などの室内実験，新しい分析方法や探査技術，鉱物，火山岩，深成岩，変成岩，堆積岩，鉱床の形成プロセスの解明やモデル化などが主なテーマとしてあげられます．３学会の共催セッションとして多くの発表が集まり，単一学会ではできない議論や意見交換の場となることを期待します．

[SCG52-P01] 顕微分光を組み合わせた赤色花崗岩のキャラクタリゼーション

*岡田 克也[1]、中嶋 悟[1] (1.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻)

[SCG52-P02] Crystal chemistry of synthetic mukhinite, V-analogue of clinozoisite, on the join $Ca_2Al_3Si_3O_{12}(OH)$-$Ca_2Al_2VSi_3O_{12}(OH)$

*永嶌 真理子[1]、濱根 大輔[2]、中野 伸彦[3]、川嵜 智佑[4] (1.山口大学大学院創成科学研究科、2.東京大学物性研究所、3.九州大学大学院比較社会文化研究院環境変動部門、4.愛媛大学理学部)

[SCG52-P03] 高温加熱ホルダーを用いた桜島火山ガラスからの鉱物晶出その場観察

*三宅 亮[1]、奥村 翔太[1] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地質学鉱物学教室)

[SCG52-P04] 北部九州西部，能古島に分布する花崗閃緑斑岩の貫入時期とSr同位体比組成

*柚原 雅樹[1]、川野 良信[2]、岡野 修[3] (1.福岡大学理学部地球圏科学科、2.立正大学地球環境科学部環境システム学科、3.岡山大学理学部地球科学科)

[SCG52-P05] Petrological study of crystallization process of a composite dike in the Ryoke belt (Mie Prefecture, SW Japan)

*山崎 あゆ[1]、河上 哲生[1]、東野 文子[2] (1.京都大学理学研究科地球惑星科学専攻　地質学鉱物学教室地球物質科学講座　岩石学グループ、2.東北大学大学院環境科学研究科)

[SCG52-P06] 愛媛県高縄半島に分布する領家花崗岩類の岩石記載とジルコンU-Pb年代

*下岡 和也[1]、齊藤 哲[1]、谷 健一郎[2] (1.愛媛大学理工学研究科、2.国立科学博物館地学研究部)

[SCG52-P07] マラウイ南部の基盤岩類にみられる原生代火山弧火成作用と高度変成作用

*角替 敏昭[1]、Uthup Sam[1]、Nyirongo Mzee Wandembo[2]、Rahman Md. Sazzadur[1]、高村 悠介[1]、髙橋 一輝[1] (1.筑波大学、2.マラウイ科学技術大学)

[SCG52-P08] Geochemical features of Quaternary rhyolitic magma and xenolith from Hime-shima volcanic group

*平山 剛大[1]、柴田 知之[1]、芳川 雅子[1]、早坂 康隆[1]、竹村 恵二[2] (1.広島大学理学研究科地球惑星システム学専攻、2.京都大学)

[SCG52-P09] 愛媛県中島にみられる瀬戸内火山岩岩脈貫入境界部の岩石学的検討

*大森 泰希[1]、齊藤 哲[2] (1.愛媛大学理学部地球科学科、2.愛媛大学理工学研究科)

[SCG52-P10] **Fundamental evaluation for making simulated sea bed floc**

*早内 愛子[1]、笹倉 大督[1]、安田 尚登[2]、中村 真也[3]、木村 匠[3]、野田 翔兵[4] (1.スペクトリス株式会社　マルバーン・パナリティカル事業部、2.高知大学、3.琉球大学、4.東京理科大学)

[SCG52-P11] Petrology of the Morobe Granodiorite in the Kuper Range, Morobe Province, Papua New Guinea

Bokuik Angela[1]、*星出 隆志[1] (1.秋田大学国際資源学部)

[SCG52-P12] Sr–Nd isotopic compositions of the San-yo Belt, Southwest Japan: Implications for the Cretaceous enriched mantle

*児玉 省吾[1]、大和田 正明[1]、今岡 照喜[1]、亀井 淳志[2] (1.山口大学、2.島根大学)

[SCG52-P13] 神居古潭帯の蛇紋岩岩体縁辺部における塊状蛇紋岩類の岩相・鉱物・化学組成の特徴：幌加内トンネル掘削時に採取された水平連続コア試料の解析

*山崎 秀策[1]、岡崎 健治[1]、倉橋 稔幸[1] (1.国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所)

顕微分光を組み合わせた赤色花崗岩のキャラクタリゼーション
Combined microspectroscopic characterization of a red-colored granite rock sample

*岡田 克也[1]、中嶋 悟[1]
*Katsuya Okada[1], Satoru Nakashima[1]

1. 大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻
1. Department of Earth and Space Science, Graduate School of Science, Osaka University

佐賀県の天山花崗岩はぶどう石脈の周辺10mm程度に赤色化部分が見られる。しかし、この赤色化の原因物質がどこにどのような形態で存在しているのかはわかっていない。そこで、顕微可視・蛍光・ラマン分光測定と、低真空・非蒸着でのエネルギー分散型X線分光装置付き走査型電子顕微鏡（SEM-EDS）測定とを組み合わせたマッピング測定を行った。

暗視野可視光反射スペクトルから定量的な色値L*a*b*およびKubelka-Munk(KM)スペクトルを得た。a*が大きい赤色の部分はKMスペクトルの500~560 nmの吸収帯が大きい部分に対応しており、赤鉄鉱様鉄酸化物によるものと考えられる。一方、b*の大きい黄色の部分は450~500 nmの吸収帯が大きく、緑簾石によるものであると考えられる。SEM-EDS測定と比較すると赤色部はナトリウムまたはカリウム長石に対応していたが、鉄の濃度は0.5wt%より低いという結果が得られた。その部分のラマンスペクトルでは赤鉄鉱は確認できなかったが、天山花崗岩赤色長石のTEM観察ではサブミクロン微粒子が見られ，その一部の電子線回折パターンは赤鉄鉱のそれらと一致した。長石マトリックス中にサブミクロンの赤鉄鉱などの鉄酸化物が点在していると考えられる。

ぶどう石中にはおよそ2wt%の鉄が確認された。その部分でのKMスペクトルには430 nm付近にFe^{3+}の配位子場によると考えられる吸収帯が見られた。このことから、ぶどう石中の鉄はAl^{3+}を置換したFe^{3+}として結晶構造中に存在していることが示唆された。
様々な色を持つ造岩鉱物において、鉄の物理化学形態（Fe^{2+}かFe^{3+}か、酸化物か結晶構造中にあるのか、など）とその分布を非破壊で解析することは困難であるが、本研究で用いた複数の分光手法を組み合わせた測定は、非破壊での鉄のキャラクタリゼーションに有効と期待される。

キーワード：赤色花崗岩、赤鉄鉱、顕微可視分光、色値、吸収帯強度面積マップ、SEM-EDS
Keywords: red granite, hematite, visible microspectroscopy, color values, band area map, SEM-EDS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Crystal chemistry of synthetic mukhinite, V-analogue of clinozoisite, on the join $Ca_2Al_3Si_3O_{12}(OH)$-$Ca_2Al_2VSi_3O_{12}(OH)$

*永嶌 真理子[1]、濱根 大輔[2]、中野 伸彦[3]、川嵜 智佑[4]
*Mariko Nagashima[1], Daisuke Nishio-Hamane[2], Nobuhiko Nakano[3], Toshisuke Kawasaki[4]

1. 山口大学大学院創成科学研究科、2. 東京大学物性研究所、3. 九州大学大学院比較社会文化研究院環境変動部門、4. 愛媛大学理学部
1. Graduate school of Sciences and Technology for Innovation, Yamaguchi University, 2. The institute for Solid State Physics, the University of Tokyo, 3. Department of Environmental Changes, Faculty of Social and Cultural Studies, Kyushu University, 4. Faculty of Science, Ehime University

This is the first report of the crystal structure of mukhinite, V-analogue clinozoisite, on the join $Ca_2Al_3Si_3O_{12}(OH)$-$Ca_2Al_2V^{3+}Si_3O_{12}(OH)$ synthesized at 1.5 GPa and 800 ºC (Run 20). The study was performed to clarify the distribution of V^{3+} among structurally independent octahedral M1, M2 and M3 sites, and the effect of V^{3+} on the crystal structure. Although epidote-supergroup minerals occur widely in low- to medium-grade metamorphic mafic rocks, and hydrothermally altered rocks, clinozoisite- and allanite-subgroup minerals rich in V^{3+} are not common, and have been reported from restricted localities. Mukhinite from the Tashelginskoye iron ore deposit, southwestern Siberia, having the composition of $Ca_{2.0}(Al_{2.1}V_{0.8}Fe_{0.1})Si_{3.1}O_{12}(OH)$ has been regarded as a V^{3+}-analogue of clinozoisite (Shepel and Karpenko 1969). However, its crystal structure and V^{3+} distribution among octahedra have not been investigated. Several syntheses and/or phase-equilibrium studies on clinozoisite-subgroup minerals have been performed. To the best of our knowledge, there has been no investigation of synthetic V-bearing epidote-supergroup minerals.
Syntheses were performed under the conditions of 1.2-1.5 GPa and 600-800 ºC, and run duration 89-261 hours. Mukhinite and V^{3+}-bearing clinozoisite (Czo) in all run products are associated with zoisite (Zo), and also coexist with V-bearing phases such as vanadomalayaite, goldmanite, V-oxides and unidentified Ca-Al-bearing vanadates. Czo and Zo were distinguished by using Raman spectra. As the result of submicroscopic texture observation by TEM, Zo in Run 19 product often contain Czo lamellae with several nm thickness, and they have epitaxial relationship as Zo[010]//Cz[010]. Czo and Zo in Run 20 product are generally separated, but in a few cases, they contact each other at boundaries. However, the phases in Run 20 do not have an epitaxial relationship, and Zo intergrowth with Czo is not observed. Mukhinite and V^{3+}-bearing clinozoisite crystallized in the Run 20 product show a compositional gap between 0.33-0.74 V atoms per formula unit (apfu), and the V content attains 1.14 apfu. The co-existence of low V^{3+}- and high V^{3+}-clinozoisites indicates the presence of a miscibility gap at 1.5 GPa and 800 ºC. Two mukhinite crystals with 0.75 and 0.83 V^{3+} apfu were used for X-ray single-crystal structure analysis (hereafter, labelled as 20d and 20k). Structure refinements of the 20d and 20k crystals converged to R_1 values of 4.20% and 3.33%, respectively. The unit-cell parameters are a = 8.8995(2), b = 5.6299(1), c = 10.1532(2) Å, beta = 115.327(1)º, and V = 459.81(2) Å^3 for 20d, and a = 8.8999(1), b = 5.6357(1), c = 10.1499(1) Å, beta = 115.306(1)º, and V = 460.24(2) Å^3 for 20k. The resulting V^{3+} occupancies among the octahedral sites of 20d and 20k are $^{M1}(Al_{0.894(6)}V_{0.106})^{M2}(Al_{0.976(6)}V_{0.024})^{M3}(V_{0.621(6)}Al_{0.379})$ and $^{M1}(Al_{0.868(4)}V_{0.132})^{M2}(Al_{0.957(4)}V_{0.043})^{M3}(V_{0.652(2)}Al_{0.348})$, respectively. Site preference of V^{3+} at the octahedral sites is M3>M1>M2 as that of Fe^{3+} and Mn^{3+}. The intracrystalline partition coefficient of V^{3+} and Al^{3+} between the M1 and M3 sites, $K_D = (V^{3+}/Al)^{M1}/(V^{3+}/Al)^{M3}$, is 0.07-0.08, which is greater than those of Fe^{3+} and Al^{3+} (0.03-0.05) and of Mn^{3+} and Al^{3+} (0.04-0.06). Variations of the unit-cell parameters are strongly related to the variations of the M3-O*i* and M1-O*i* distances. The unit-cell volumes of mukhinites are similar to those of $Ca_2(Al,Fe^{3+})_3Si_3O_{12}(OH)$-epidote. However, it is noticed that the *a*-dimension is longer, and the *c*

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

-dimensions shorter. The b angles of the mukhinites are also different from those of epidotes, but similar to those of Cr^{3+}-clinozoisite. Although the behavior of V^{3+} and its effect on the epidote-type structure are expected to be similar to those in the case of Fe^{3+} due to their similar ionic radii, some structural variations cannot be explained only in terms of the similarity of ionic radii between V^{3+} and Fe^{3+}.

キーワード：mukhinite、clinozoisite、synthesis、crystal chemistry、Raman spectroscopy、TEM
Keywords: mukhinite, clinozoisite, synthesis, crystal chemistry, Raman spectroscopy, TEM

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

高温加熱ホルダーを用いた桜島火山ガラスからの鉱物晶出その場観察
High temperature In-situ TEM observation of crystallization in Sakurajima volcanic glass

*三宅 亮[1]、奥村 翔太[1]
*Akira Miyake[1], Shota Okumura[1]

1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地質学鉱物学教室
1. Department of Geology and Mineralogy, Graduate School of Science, Kyoto University

Recently, it attracts attention that the enviroment TEM (transmission electron microscope) holders using MEMS (Micro electro mechanical sysytem) tecunique, which is one of the integrated technologies of semiconductor circuit and It is possible to in-situ and nanometer-scale observe and analyze using these enviroment TEM holders, e.g., heating, biasing, gas and liquid conditions.
In the present study, in-stu heating TEM experiment was carried out to observe the crystallization in volcanic glass using in-situ heating TEM holder (Wildfire D6, DENS solutions). Sample is the volcanic glass from Sakurajima volcano.
Experiment condition is that at first heating 23 degC to 1600 degC, which shows the set value, at 1 degC/sec, nextly keeping the 1160 degC for around 24 min, and finally cooling 1160 degC to 23 degC at 1 degC/sec. Because our previous temperature calbration experiments indicated that the actual temperature had the about 200 degC lower value than the setting temperature, it is thought taht 1160 degC, the setting temperature in this study, showed about 950 degC.
Many minerals crstallized in volcanic glass were observed in the in-situ experiments, although we could not observe just crystallization from glass at first unfortunately. During keeping the 1160 degC, we could observe that mineral disappeared and re-crystallization. After cooling, we identified these minerals crystallized at high temperature, and these minerals were magnetite (Fe3O4) and clinopyroxene (space group: C2/c).

キーワード：高温その場観察
Keywords: in-stu heating TEM experiment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北部九州西部，能古島に分布する花崗閃緑斑岩の貫入時期とSr同位体比組成

Timing of intrusion and Sr isotopic composition of granodiorite porphyrites in the Noko Island, western part of northern Kyushu

*柚原 雅樹[1]、川野 良信[2]、岡野 修[3]
*Masaki Yuhara[1], Yoshinobu Kawano[2], Osamu Okano[3]

1. 福岡大学理学部地球圏科学科、2. 立正大学地球環境科学部環境システム学科、3. 岡山大学理学部地球科学科
1. Department of Earth System Science, Faculty of Science, Fukuoka University, 2. Department of Environment Systems, Faculty of Geo-environmental Science, Rissho University, 3. Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Okayama University

北部九州西部，能古島に分布する北崎トーナル岩ならびに変成岩中に貫入する花崗閃緑斑岩岩脈（唐木田，1965；唐木田ほか，1994）は，記載岩石学的特徴，全岩化学組成の特徴から，花崗岩質マグマと北崎トーナル岩とは異なるトーナル岩質マグマの混合によって形成されたことが明らかになった（柚原，2017）．しかし，その貫入時期については不明であった．その後，岩脈の貫入時期に関する新たな産状を見出すとともに，Sr同位体比を測定した．本報告ではそれらの結果を報告する．

花崗閃緑斑岩岩脈は主に，能古島および周辺地域の北崎トーナル岩と変成岩中に認められる．花崗閃緑斑岩岩脈は，ランプロファイアーを包有し（柚原ほか，2007），ランプロファイアー岩脈に切られる．このことは，花崗閃緑斑岩岩脈とランプロファイアー岩脈がほぼ同時期に貫入したことを示唆する．ランプロファイアー岩脈からは，90.7±1.2 MaのK-Ar年代が報告されており（石橋ほか，2007），貫入年代と解釈されている．したがって，花崗閃緑斑岩岩脈もこの時期に貫入したと考えられる．両岩脈が北崎トーナル岩中に貫入する細粒花崗岩岩脈を切ることから，細粒花崗岩の活動はこれよりも古い．

組成変化図において，本花崗閃緑斑岩は，岩脈中の苦鉄質包有岩と北崎トーナル岩中に貫入する細粒花崗岩岩脈の間の組成を示す．苦鉄質包有岩は多くの元素で北崎トーナル岩の組成範囲内にあるが，MgO，Na_2O，Crに富み，Yにやや乏しい傾向にある．特に，SiO_2-A.S.I.図やMgO-Fe_2O_3*図では，細粒花崗岩，花崗閃緑斑岩，苦鉄質包有岩の形成するトレンドと，北崎トーナル岩の変化トレンドは大きく異なる．以上のことから，柚原（2017）は，本花崗閃緑斑岩は，花崗岩質マグマと苦鉄質包有岩の元となった北崎トーナル岩とは異なる組成を持つトーナル岩質マグマの混合により形成されたと考えた．

貫入時期と考えられる90.7 Maで年代補正した花崗閃緑斑岩と苦鉄質包有岩のSr同位体比初生値（SrI）は，それぞれ0.70459～0.70487，0.70430～0.70466である．ランプロファイアーのSrIは0.70414である．これに対し，90.7 Maで年代補正したSr同位体比は，北崎トーナル岩で0.70435～0.70480，細粒花崗岩で0.70512～0.70580である．花崗閃緑斑岩と苦鉄質包有岩のSrIは，細粒花崗岩よりも明らかに低いが，北崎トーナル岩の組成範囲内にあるだけでなく，北部九州白亜紀花崗岩類のSrI（0.70434～0.70681：大和田ほか，1999；柚原ほか，2005；川野・柚原，2008）の範囲内にあり，これらと区別することは困難である．これは，Sr同位体比組成の類似した起源物質から生成されたトーナル岩質マグマが関与しているためであると考えられる．ランプロファイアーのSrIは，これらよりも明らかに低いが，志賀島塩基性岩類（柚原ほか，2016）と類似している．

キーワード：花崗閃緑斑岩、ランプロファイアー、Sr同位体比、北崎トーナル岩、能古島、北部九州白亜紀花崗岩類

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: granodiorite porphyrite, lamprophyre, Sr isotopic composition, Kitazaki Tonalite, Noko Island, Cretaceous granitic rocks in northern Kyusyu

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Petrological study of crystallization process of a composite dike in the Ryoke belt (Mie Prefecture, SW Japan)

*山崎 あゆ[1]、河上 哲生[1]、東野 文子[2]
*Ayu Yamazaki[1], Tetsuo Kawakami[1], Fumiko Higashino[2]

1. 京都大学理学研究科地球惑星科学専攻　地質学鉱物学教室地球物質科学講座　岩石学グループ、2. 東北大学大学院環境科学研究科
1. Department of Geology and Mineralogy, Graduate school of Science, Kyoto University , 2. Graduate school of Environmental Studies, Tohoku University

A composite dike with a width of about 3 m discordantly intrudes to the gneissose structure of pelitic and psammitic migmatites in Hakusan-cho, Mie Prefecture (Ryoke belt, SW Japan). This composite dike has silicic margin of about 15 cm in width and mafic rocks in its center in the form of discrete pillows of about 5-30 cm in width, representing coexistence of silicic and mafic magmas. This study aims to discuss how the composition of these magmas changed through magma mingling, magma mixing and chemical diffusion by observing microtextures indicative of magma mixing and spatial change of mineral compositions.

The silicic host rock more than 3 cm distant from the mafic pillow consists of plagioclase + biotite + quartz + K-feldspar + garnet. Silicic host rock in the vicinity of the mafic pillows shows the mineral assemblage of plagioclase + biotite + quartz ±K-feldspar with minor garnet. On the other hand, the mafic pillows mainly consist of two parts, hornblende-bearing and hornblende-free domains. The hornblende-bearing domain mainly consists of plagioclase + hornblende + biotite + quartz ±K-feldspar. The hornblende-free domain, commonly developed in between the hornblende-bearing domain and the silicic host, mainly consists of plagioclase + biotite + quartz ±K-feldspar.

Some microtextures indicative of magma mixing (e.g. acicular apatites, rapakivi feldspars, “anorthite spikes” in plagioclase) (Hibbard, 1991; Baxter and Feely, 2002) were found both from the mafic pillows and from the silicic host in the vicinity of them. Especially in felsic back veins developed in the mafic pillows, coarse-grained plagioclase shows a zonal inclusion arrangement of quartz and biotite. A number of acicular apatite crystals are included in and outside the inclusion arrangement, whereas no apatite inclusion is present inside the inclusion arrangement. This microtexture is considered as evidence of local magma mixing in felsic back veins.

When focusing on one pair of a discrete pillow and its silicic host, systematic change in mineral composition is observed in the silicic host and the mafic pillow as a distance from the mafic pillow: From the silicic host to the mafic pillow, anorthite value of fine-grained plagioclase, $Mg/(Mg+Fe_{total})$ ratio, Cl and TiO_2 concentrations of biotite gradually approach to the value observed in the mafic pillow. These chemical trends indicate that magma composition changed prior to the crystallization of these minerals. Observation of the sharp silicic host/mafic pillow boundary and rare occurrence of magma mixing textures both in silicic and mafic rocks suggests that chemical diffusion across the interface between the two magmas played an important role before mechanical mixing.

In a larger scale, 3 different mafic pillows in different positions of the vein (about 10 cm, 20 cm and 160 cm distant from the dike wall) show different $Mg/(Mg+Fe_{total})$ ratio of biotite and hornblende. The mafic pillow at 10 cm and that at 20 cm have similar $Mg/(Mg+Fe_{total})$ ratio of biotite and hornblende, whereas mafic pillow at 160 cm-distance has higher $Mg/(Mg+Fe_{total})$ ratio than them. This indicates the difference in the degree of chemical exchange between the silicic host and the mafic pillows as a distance from the vein wall.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

愛媛県高縄半島に分布する領家花崗岩類の岩石記載とジルコンU-Pb年代
Petrography and Zircon U-Pb ages of the Ryoke Granitoids distributed in the Takanawa Peninsula, Ehime Prefecture.

*下岡 和也[1]、齊藤 哲[1]、谷 健一郎[2]
*Kazuya Shimooka[1], Satoshi SAITO[1], Kenichiro Tani[2]

1. 愛媛大学理工学研究科、2. 国立科学博物館地学研究部
1. Graduate School of Science and Engineering, Ehime University, 2. Department of Geology and Paleontology, National Museum of Nature and Science

１．はじめに

愛媛県北部に位置する高縄半島には、多様な岩相・岩質からなる領家帯花崗岩類が分布しており、宮久・平岡(1970)、越智(1982)などにより岩石記載や岩相区分がなされてきた。越智(1982)は、本地域の花崗岩類をトーナル岩質岩の3岩体、花崗閃緑岩の4岩体、花崗岩の7岩体に区分し、貫入形態から示唆される前後関係から、トーナル岩質岩、花崗閃緑岩、花崗岩の順に形成したことを指摘した。しかしKagami et al. (1988)は、これらの岩体が93.1±2.9 MaのRb-Sr全岩アイソクロンを形成することから、白亜紀後期のほぼ同時期に形成された可能性を示した。一方、吉倉ほか(2004)は当地域の花崗岩類を13の岩型に区分した上で、第１期(片麻状トーナル岩~花崗閃緑岩)、第2期(塊状花崗閃緑岩)、第3期(塊状アダメロ岩~花崗岩)に大別し、第1期および第2期の花崗岩類に第3期の花崗岩類が貫入しているとした。しかしながら、それらのジルコン(単粒子)U-Pb年代は、第3期の花崗岩類（96.7±0.7 Ma）が第1期および第2期の花崗岩類（それぞれ91.4±0.2 Maと91.0±0.2 Ma）より有意に古い年代を示し、時階区分と矛盾することを報告している。このように、高縄半島に分布する領家花崗岩類については、その形成年代や岩相区分、貫入関係等について見解が収束しておらず、さらに十分な検討がなされる必要がある。そこで本研究では、当地域の領家花崗岩類について岩石記載をおこなうとともに、新たにジルコンU-Pb年代測定を行い形成年代の検討を行なった。

２．岩石記載

本研究では、越智(1982)の岩体区分に基づき、岩石試料採集と薄片観察を行った。モード測定による鉱物構成量比から、越智(1982)のトーナル岩質岩はトーナル岩～花崗閃緑岩、花崗閃緑岩はトーナル岩～花崗閃緑岩、花崗岩は多くが花崗岩の組成をそれぞれ持つことが確認された。また、トーナル岩質岩から花崗閃緑岩、花崗岩への組成変化につれて、色指数が低くなる傾向が認められた。

３．ジルコンU-Pb年代

越智(1982)の区分に基づき、トーナル岩質岩（高縄岩体）、花崗閃緑岩（北条岩体）、花崗岩（糸山岩体）の試料からジルコンを分離した。これらの岩相は、片麻状トーナル岩、塊状花崗閃緑岩、塊状花崗岩であり、それぞれ吉倉ほか(2004)の第１期、第２期、第３期に相当するものと考えられる。ジルコンのカソードルミネッセンス像観察から、明瞭な波動累帯構造を示すリム部を選び、国立科学博物館設置のLA-ICP-MS によりU-Pb年代測定を行った。その結果、トーナル岩質岩について約94 Ma、花崗閃緑岩について約89 Ma、花崗岩について 約94 Maの年代を得た。

４．議論

本研究のモード測定による岩石分類は、越智(1982)と概ね一致する。一方、越智(1982)で貫入形態から指摘されたトーナル岩質岩、花崗閃緑岩、花崗岩の活動順に対し、本研究のジルコンU-Pb年代は、花崗閃緑岩がトーナル岩質岩および花崗岩より有意に若い。また、吉倉ほか(2004)の第１期、第２期、第３期のジルコン(単粒子)U-Pb年代と比べても、それぞれ本研究で得られた年代はやや異なる。当地域における白亜紀後期花崗岩質マグマ活動の詳細を明らかにするためにはさらなる年代データの蓄積が必要であるが、本研究結果からは、約94 Maのトーナル岩質岩および花崗岩の形成と、それに引き続く約89 Maの花崗閃緑岩の形成といった複数のマグマ活動が示唆される。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：領家帯、花崗岩類、高縄半島
Keywords: Ryoke belt, Granitoids, Takanawa Peninsula

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

マラウイ南部の基盤岩類にみられる原生代火山弧火成作用と高度変成作用
Neoproterozoic arc magmatism and high-grade metamorphism of the basement rocks in southern Malawi

*角替 敏昭[1]、Uthup Sam[1]、Nyirongo Mzee Wandembo[2]、Rahman Md. Sazzadur[1]、高村 悠介[1]、髙橋 一輝[1]
*Toshiaki Tsunogae[1], Sam Uthup[1], Mzee Wandembo Nyirongo[2], Md. Sazzadur Rahman[1], Yusuke Takamura[1], Kazuki Takahashi[1]

1. 筑波大学、2. マラウイ科学技術大学
1. University of Tsukuba, 2. Malawi University of Science and Technology

The basement rocks in southern Malawi form part of the Mozambique Belt (or the southern Irumide Belt) that correspond a typical example of Neoproterozoic collisional orogens in southeastern Africa. The dominant lithologies in Lilongwe-Zomba-Blantyre area in southern Malawi are biotite gneiss (biotite + quartz + microcline + plagioclase), charnockite (orthopyroxene + K-feldspar + quartz + plagioclase + ilmenite + magnetite), and mafic granulite (plagioclase + clinopyroxene + garnet + calcic amphibole + quartz + orthopyroxene + ilmenite) which are intruded by syenite (K-feldspar + calcic amphibole + biotite + quartz + clinopyroxene) and granite (quartz + K-feldspar + plagioclase + biotite). Garnet in the mafic granulite is often mantled by plagioclase + orthopyroxene coronae, suggesting post-peak decompression. Phase equilibria modeling of the mafic granulite in the system NCKFMASHTO yielded the peak metamorphic condition of 800-920 °C and ~10 kbar with a clockwise *P-T* evolution. Major, minor, and REE geochemical data for selected felsic orthogneisses suggest arc-magmatic signatures of the rocks. The results of this study suggest that the orthogneisses in southern Malawi corresponds to a Neoproterozoic magmatic arc unit that was probably metamorphosed at high- to ultrahigh-temperature conditions during the latest Neoproterozoic East-African and Kuunga orogens.

キーワード：モザンビーク帯、クーンガ造山帯、東アフリカ造山帯、グラニュライト、相平衡モデリング
Keywords: Mozambique Belt, Kuunga Orogen, East African Orogen, Granulite, Phase equilibria modeling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geochemical features of Quaternary rhyolitic magma and xenolith from Hime-shima volcanic group

*平山 剛大[1]、柴田 知之[1]、芳川 雅子[1]、早坂 康隆[1]、竹村 恵二[2]
*Takehiro Hirayama[1], Tomoyuki Shibata[1], Masako Yoshikawa[1], Yasutaka Hayasaka[1], Keiji Takemura[2]

1. 広島大学理学研究科地球惑星システム学専攻、2. 京都大学
1. Department of Earth and Planetary Systems Science, Graduate School of Science, Hiroshima University, 2. Kyoto university

The Hime-shima volcanic group is composed of seven volcanoes; Oomi, Yahazudake, Kane, Ukisu, Shiroyama, Darumayama and Inazumi volcano, and is located offing of Kunisaki Peninsula, western Seto Inland Sea. The Philippine Sea Plate (PSP) is subducting under this island. It is thought that the volcanic rocks of the Himeshima volcanic groups were formed by magma mixing of dacite magma and rhyolitic magma, on the bases of disequilibrium amphibole in rhyolite and the linear trends of major element contents with the increasing in SiO_2 contents. According to their high Sr/Y ratios (some 100), low Y contents (< 14.3 ppm) and low $^{87}Sr/^{86}Sr$ rations (0.7037), the source material for dacitic endmember was inferred as partial melt of subducted PSP (Shibata et al. 2014). On the other hand, contributions of crustal materials are suggested from the existence of crustal xenoliths in the dacite (Shibata et al., 2014, 2016) and residual material of metapelite in the rhyolite (Hirayama et al., 2018). However, quantitative discussion for genesis of rhyolitic endmember have not been made. Therefore, we determined trace element compositions of rhyolites and major and trace element compositions of the crustal xenoliths in order to discuss the genesis of rhyolite magma. Additionally, we determined the U-Pb zircon age of the xenoliths to know their origin.

Trace element Primitive Mantle (PM)-normalized patterns of rhyolite from Hime-shima volcanic group is characterized by negative Sr, Zr and Eu anomalies and liner trend of Nb. According to their relationship between Sr/Y ratio and Y content, rhyolite from Hime-shima volcanic group have Sr/Y ratio (< 10) and Y content (< 15 ppm). Rhyolite from Hime-shima volcanic group cannot be classified as adakite and island-arc andesite-dacite-rhyolite. Geochemical features of the rhyolite have high Rb/Sr ratio (> 1.0), low Zr content (30 ppm) and high Nb content (15 ppm).

Petrography of xenoliths from Hime-shima volcanic group is similar to that of basement rocks of Ryoke metamorphic rocks and granites from Kunisaki peninsula. U-Pb ages of zircon grains from metapelite are ca. 100 –110 Ma. These ages show agreement with ages of U-Pb zircon in metamorphic rocks from Ryoke metamorphic belt. Geochemical features of these xenoliths have wide Zr contents (20 –100 ppm), low Nb contents (< 10 ppm), high Y contents (> 15 ppm) and low Sr/Y ratios (< 40 ppm), although the xenolith of basaltic andesite shows high Sr/Y ratio of 90. As results of comparing the geochemical compositions between rhyolite and xenoliths from Hime-shima volcanic group, we think that there is no genetic relationship between the xenoliths and rhyolite.

We examined the genesis of xenoliths from Hime-shima volcanic group are from rocks composed with Ryoke metamorphic belt, because Ryoke metamorphic belt, which is composed of metamorphic rocks, diorites and granites, is under Hime-shima. We compared geochemical features of granites from Ryoke metamorphic belt (Ryoke granites, Yuhara, 1994) with rhyolites from Hime-shima. Trace element PM-normalized patterns of the granites have similar to those of rhyolite from Hime-shima volcanic group,

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

which are characterized by negative Sr, Zr and Eu anomalies and liner trend of Nb. Geochemical compositions of the Ryoke granites have high Rb/Sr ratios (0.5 - 1.5), low Sr/Y ratios (10 - 20), wide composition range of Y contents (12 - 35 ppm) high Nb concentrations (10 - 20 ppm) and wide composition range of Zr contents (50 - 250 ppm). The chemical features of the rhyolite from Hime-shima volcanic group have high Nb (> 15 ppm), high Rb/Sr ratio (> 1.0), low Y content (< 10 ppm), low Sr/Y ratio (< 10) and low Zr content (< 50 ppm). These chemical features share rhyolites in Hime-shima volcanic group with the Ryoke granites. Therefore, it is interpreted that the rhyolites from Hime-shima volcanic group was derived from crustal material, which compositions is similar to the Ryoke granites.

キーワード：姫島火山群、捕獲岩、流紋岩
Keywords: Hime-shima volcanic group, Xenolith, Rhyolite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

愛媛県中島にみられる瀬戸内火山岩岩脈貫入境界部の岩石学的検討
Petrological study on the intrusive contact of a Setouchi volcanic rock dike in the Nakajima Island, Ehime Prefecture

*大森 泰希[1]、齊藤 哲[2]
*Taiki Omori[1], Satoshi SAITO[2]

1. 愛媛大学理学部地球科学科、2. 愛媛大学理工学研究科
1. Department of Earth Science, Faculty of Science, Ehime University , 2. Department of Earth Science, Graduate Schoole of Science, Ehime University

１.はじめに
瀬戸内火山岩類は中新世に活動した高Mg安山岩（HMA）の産出で特徴づけられる火山岩類であり、松山周辺では高縄半島から防予諸島にかけて広く分布する。防予諸島の一島である中島には、領家変成岩類貫入する領家花崗岩類や、それらに岩頸・岩脈状の瀬戸内火山岩類が貫入する産状が多数認められる。本研究では中島南西部で観察された、火山岩類と母岩の花崗岩類との貫入境界部で両者が混在する特徴的な産状に着目し、詳細な岩石記載と全岩化学分析によりその形成過程を検討した。
２.研究手法
野外調査により産状観察、試料採集を行った。貫入境界からの距離に応じた火山岩類の組成変化を検討するため、境界から28mの範囲で火山岩類の詳細な試料採集を行った。室内実験として、薄片作成・偏光顕微鏡観察による岩石記載、SEM-EDS分析、XRFを用いた全岩主要・微量元素組成分析を行った。
3. 結果・考察
観察した露頭の火山岩類はその多くがHMA組成を持つ。野外観察から、火山岩類は貫入境界付近の花崗岩岩片を多く含む混在部（0～1m）、花崗岩由来の鉱物片が点在する均質部（1～10m）、安山岩角礫や花崗岩角礫を多数含む角礫部（10m以降）へと漸移する。当露頭における火山岩類の全岩化学組成の距離に対する変化を検討した。火山岩類のSiO_2含有量は貫入境界近傍において急激に上昇するなど、多くの元素について母岩の花崗岩との混合が示唆される組成変化を示す。しかしながら、火山岩類のAl_2O_3含有量に関しては境界部近傍において急激に上昇し、火山岩類より低いAl_2O_3含有量を持つ母岩の花崗岩類との混合では説明できない。また、火山岩類に含まれる花崗岩ゼノリスには、パイロ変成作用に伴う部分溶融により形成されたと解釈されるガラスが鉱物粒間にしばしば認められるが、SEM-EDS分析により得られたガラスのAl_2O_3含有量も火山岩類のAl_2O_3含有量より低い。したがって、もしマグマ貫入時に母岩由来部分溶融メルトの選択的混合が起きたとしても、貫入境界付近の高いAl_2O_3含有量を説明することができない。
一方、HMA組成をもつ均質部の岩相は、顕微鏡下では花崗岩由来の長石・石英片の他に、かんらん石と単斜輝石の斑晶が多く認められる。貫入境界付近（混在部）から花崗岩片を取り除いた火山岩試料が、急冷により貫入時のマグマ組成を保持したものと仮定し、マスバランス計算により花崗岩由来の長石・石英の混入と、マグマ由来のかんらん石・単斜輝石の濃集により均質部の全岩化学組成が再現可能かどうか検討した。その結果、均質部の全岩化学組成は、平均して斜長石6%・石英1%の混入と、かんらん石7%・単斜輝石5%の濃集により説明できることがわかった。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：瀬戸内火山岩類、愛媛県中島
Keywords: Setouchi volcanic rocks, Nakajima Island, Ehime Prefecture

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Fundamental evaluation for making simulated sea bed floc

*早内 愛子[1]、笹倉 大督[1]、安田 尚登[2]、中村 真也[3]、木村 匠[3]、野田 翔兵[4]
*AIKO HAYAUCHI[1], Daisuke Sasakura[1], Hisato Yasuda[2], Shinya Nakamura[3], Sho Kimura[3], Shohei Noda[4]

1. スペクトリス株式会社　マルバーン・パナリティカル事業部、2. 高知大学、3. 琉球大学、4. 東京理科大学
1. Malvern Panalytical division of Spectris Co., Ltd, 2. Kochi University, 3. UNIVERSITY OF THE RYUKYU, 4. TOKYO UNIVESITY OF SCIENCE

1. Introduction
Flock is an aggregate in which fine particles such as clay and silt gathered loosely. It exists in the seabed for example. Research on flocs has been carried out on site and/or real samples, and many are observational approaches. There we tried analysis from a micro viewpoint for making floc simulation samples and reported about relationship between sample particle feature and how ease to be floc last year.
But we didn’ t care flocculant concentration in that report. Flocculant concentration must be important factor to discuss with making a simulated floc. Therefore we focused on influence of flocculant concentration to floc characteristic in this study.

2. Material and method
Kaolin as a model sample and Eb-a(Hayashi Co., Ltd.) as a flocculant for simulated floc preparation were used. Eb-a water solution concentration was 0%, 0.1%, 0.01%, 0.01% and 0.0001%. 0.05% sample water solution was prepared with each Eb-a water solution.
One of famous parameter of solution stability evaluation is zeta potential. Zeta potential was measured with Zetasizer nano ZSP (Malvern Instruments). Particle size distribution (incl. floc size distribution) was measured with Mastersizer 3000 (Malvern Instruments) which is laser diffraction system. Mastersizer 3000 is circulation system. In other hand, Morphologi 4 (Malvern instruments) which is a statistical particle image analysis system was also used for measuring particle size distribution. Morphologi 4 is not circulation system, so we can know original floc size distribution and we can see floc as well because Morphologi 4 is imaging system.

3. Result
Zeta potential in each flocculant concentration is shown in Table 1. In general, the system is stable when the zeta potential absolute value is over 20mV. Zeta potential in Eb-a concentration 0%, 0.001% and 0.0001% were around -60mV. It means that these systems are very stable and it indicates that it is difficult to occur flocculation in these situations. In the other hand, zeta potential absolute value in Eb-a concentration 0.01%, 0.1% and 1% were under 10mV, so that these indicate easy to occur flocculation.
The floc size measured by Mastersizer3000 is shown in Table 2. At The size was measured with 1500rpm/stirring speed at first, then was measured with change to 2500rpm/stirring speed. Comparing each Dv90 on 1500rpm, higher Eb-a concentration showed bigger floc size. In terms of toughness of floc, comparing the ratio of Dv90 on 1500rpm to Dv90 on 2500rpm was 1% Eb-a (0.54), 0.1% Eb-a (65%) and 0.01% Eb-a (75%). This is a result indicating that 0.01% Eb - a was the least fragile among these three samples. Also interestingly, Dv10 on 2500rpm was 0.01% Eb-a (18um), 0.1% Eb-a (9.6um) and 1% Eb-a (5.1um).
The floc size was measured by Morphlogi 4 as well. These data will discuss indetail on that day.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

4. Conclusions

The results show flocculation concentration is one of important factor to make simulated floc. We will continue to study to make clear which factor important to make simulated floc.

キーワード：フロック、凝集剤、ゼータ電位、粒子径分布、イメージング
Keywords: floc, flocculation, zeta potential, particle size distribution, imaging

Eb-a(%)	0	0.0001	0.001	0.01	0.1	1
Zeta Potential (mV)	-58.0	-59.4	-57.9	-9.62	-1.03	0.119

Table 1: Zeta potential in each flocculant concentration

Eb-a(%)	stirre speed	Dv10(μm)	Dv50(μm)	Dv90(μm)
1	1500rpm	14.6	62.5	155
1	2500rpm	5.06	25.0	83.3
0.1	1500rpm	12.4	42.4	106
0.1	2500rpm	9.64	30.3	68.5
0.01	1500rpm	19	45.2	87.6
0.01	2500rpm	17.6	36.3	65.6
0	1500rpm	2.69	6.11	14.9

Table 2: Floc size

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Petrology of the Morobe Granodiorite in the Kuper Range, Morobe Province, Papua New Guinea

Bokuik Angela[1]、*星出 隆志[1]
Angela Lynett Bokuik[1], *Takashi Hoshide[1]

1. 秋田大学国際資源学部
1. Faculty of International Resource Sciences, Akita University

The Morobe Granodiorite is a composite batholith comprising of monzodiorite, monzonite, quartz monzonite, granite, granodiorite, diorite and gabbro. Mafic Microgranular Enclaves (MME) are abundant in the intrusion. The mineral assemblage of the Morobe Granodiorite comprises of hornblende, biotite, plagioclase, alkali feldspar and quartz with accessory minerals of titanite, apatite, magnetite and ilmenite. The rocks have a variety of texture, such as poikilitic, cumulous and porphyritic. The MME also has a similar mineral assemblage and texture to its host however, it is abundant in mafic minerals hornblende and biotite.

Mineral compositions for amphibole of the granodiorite and MMEs are similar, implying similar magma environment. By the iteration calculation using a geobarometer (Anderson and Smith, 1995) and a geothermometer (Blundy and Holland, 1990), we estimated the crystallization temperature of 597-766˚C and the maximum crystallization pressure of 3.6 kbar. Crystallization conditions from the MME yield higher temperature (812˚C) and pressure (5.3 kbar) to its host, which implies MMEs represent the deeper hotter parts of the same magma chamber of which the MME and host formed.

The geochemical signature of the Morobe Granodiorite represent calc-alkaline and metaluminous nature typical of I-type granites. The variations of major elements in the Harker diagram can be best explained by fractionation mainly of hornblende and plagioclase. The interpretation is consistent with the textural variations of the rocks. Low $FeO^T/(FeO^T + MgO)$ ratios and high Mg-number for granodioritic rocks suggest magma originated from partial melting of the lower mafic crust. This magma was contaminated upon ascent wall rock assimilations of the host rock Owen Stanley Metamorphic. This can be seen as Na_2O vs SiO_2 and K_2O vs SiO_2 variation diagrams.

キーワード：モロベ花崗閃緑岩体、苦鉄質細粒包有岩、分別結晶作用
Keywords: Morobe Granodiorite, mafic microgranular enclaves, fractional crystallization

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Sr–Nd isotopic compositions of the San-yo Belt, Southwest Japan: Implications for the Cretaceous enriched mantle

*児玉 省吾[1]、大和田 正明[1]、今岡 照喜[1]、亀井 淳志[2]
*Shogo Kodama[1], Masaaki Owada[1], Teruyoshi Imaoka[1], Atsushi Kamei[2]

1. 山口大学、2. 島根大学
1. Yamaguchi University, 2. Shimane University

Cretaceous to Paleogene igneous rocks are widely exposed in the Inner Zone of Southwest Japan where the granitic rocks have been divided into the San-in, San-yo, and Ryoke Belts on the basis of their lithologies, geochemical compositions, magnetic susceptibility and associated ore deposits (Ishihara, 1971). The San-yo and Ryoke Belts belong to the ilmenite-series granitic rocks, but the San-in Belt corresponds to the magnetite-series ones (Ishihara, 1977). According to Sr isotopic compositions, Kagami et al. (1992) classified these granitic rocks into the North Zone , South Zone, and Transitional Zone situated between the North and South Zones. The granitic rocks from the Transitional and South Zones show negative eNdI values (Kagami et al., 1992); however, the isotopic compositions of granitic rocks would serve only as proof for the bulk of the continental crust (Jahn, 2010). This means that those data are unlikely to provide us with mantle signatures. Imaoka et al. (2014) described the Early Cretaceous lamprophyer (c. 105 Ma) from the Kyoto district. The Kyoto lamprophyres geochemically show enriched signatures with positive and negative eNdI values corrected to 105 Ma. In consideration of the geochemical signatures and tectonic setting, Imaoka et al. (2014) concluded that the Kyoto lamprophyre was derived from heterogenous enriched mantle created by the subduction of the oceanic crust. Aspects of the existence of enriched mantle, however, are still unclear, such as in regard to its regional extension and duration for the Cretaceous magma activities of the Inner Zone of Southwest Japan.

Late Cretaceous igneous rocks are widely exposed in the western part of Honshu Island. These igneous rocks consist mainly of granitic rocks and felsic to intermediate volcanic rocks. We newly found a small gabbro stock (c. 1 km in diameter) with relatively primitive compositions in the central part of Yamaguchi Prefecture. The gabbro stock accompanies the Susuma-Nagaho granodiorite as coeval intrusive rocks. Therefore, we refer to both granodiorite and gabbro as the Susuma-Nagaho Plutonic Complex (SNPC, hereafter). The gabbro can be subdivided into fine-grained gabbro (Fn-gabbro) and coarse-grained cumulus gabbro (Co-gabbro). The Fn-gabbro has a high Mg-number similar to primitive basalt with negative eNd values corrected to 92 Ma although Cr and Ni contents are relatively low, which indicates that the basaltic magma may have been derived from enriched mantle. In consideration of the geochemical signatures including the Sr and Nd isotopic compositions, the enriched mantle characterized by negative eNd isotopic values would have existed underneath the Inner Zone of Southwest Japan during the Cretaceous.

キーワード：白亜紀後期、山陽帯、斑レイ岩、エンリッチマントル
Keywords: Late Cretaceous, San-yo Belt, Gabbro, Enriched mantole

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

神居古潭帯の蛇紋岩岩体縁辺部における塊状蛇紋岩類の岩相・鉱物・化学組成の特徴：幌加内トンネル掘削時に採取された水平連続コア試料の解析
Lithological variation of massive serpentinites in marginal zone of serpentinite body in Kamuikotan belt, Hokkaido, Japan: Analysis of advanced-boring cores for tunnel construction

*山崎 秀策[1]、岡崎 健治[1]、倉橋 稔幸[1]
*Shusaku Yamazaki[1], Kenji Okazaki[1], Toshiyuki Kurahashi[1]

1. 国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所
1. Civil Engineering Research Institute for Cold Region, Public Works Research Institute, National Research and Development Agency

北海道の神居古潭帯などの沈み込み帯の高圧変成岩類に付随して露出する蛇紋岩岩体は、沈み込み帯深部における物質循環プロセスを理解する上で重要な地質体である。近年では、海底に露出あるいは海底下から掘削された蛇紋岩類を最新の地質学的解析手法により解析することで、海洋底における蛇紋岩化プロセスが明らかとなりつつある。一方、陸上蛇紋岩類の研究においては、土壌・植生による被覆に加えて、蛇紋岩類は地表面での風化・変質による岩石自体の脆弱性による観察・試料採取の困難さから、地表踏査により脆弱部を含めた蛇紋岩岩体の内部構造の把握は困難な場合が多く、断片情報から岩相分布を把握している状況にある。これまで陸上蛇紋岩岩体の深部を直接観察・掘削した事例として、日本では蛇紋岩岩体を掘削したトンネル施工事例は30以上あり、各トンネルにおいて掘削断面の記載、蛇紋岩類の物性計測、地質断面図の作成が行われてきた。しかしながら、工学的な調査が主体であることから岩体の源岩構成や蛇紋岩化の度合いなどの詳細な地質背景は不明な点が多い。掘削技術が発達した近年においても、蛇紋岩岩体の掘削はしばしば難工事となることから、最新の地質学的調査・解析手法により、蛇紋岩類を新たに性状分類する必要があると考えられる。

筆者らは、蛇紋岩岩体を掘削したトンネル地質断面の再構築と蛇紋岩類の性状特性による細分類を主目的として、北海道の神居古潭帯の幌加内地域の鷹泊蛇紋岩岩体の縁辺部を掘削した幌加内トンネルを対象とし、掘削時に採取された連続水平コア試料（延長1241m）の解析を実施してきた。本報告では、トンネル掘削ルートに沿って、50～100m間隔で採取した塊状蛇紋岩類を対象に、コア・薄片観察および回折X線分析を実施し、源岩構成および蛇紋岩化プロセスについての解析結果を報告し、神居古潭変成岩類を伴う蛇紋岩岩体周辺部の岩相変化について考察を行う。

先行研究では鷹泊岩体主体部の蛇紋岩類は形態から、塊状、葉片状、粘土状蛇紋岩に区分され、源岩はハルツバージャイトを主体とし、一部にダナイトが帯状に分布すること、また、貫入岩・ブロックとして、いわゆる微閃緑岩と細粒斑れい岩の岩脈を多数伴うことが明らかとされている(Igarashi et al., 1985) 。本研究による、幌加内トンネルの水平コア試料の観察結果においても、主体部同様に塊状、葉片状、粘土状の蛇紋岩が識別された。岩体縁辺部の塊状蛇紋岩類は、主体部と同様に源岩はハルツバージャイトが主体であり、一部にダナイトを伴うことが明らかとなった。採取した塊状蛇紋岩類はすべて、完全に蛇紋石化しており、クロムスピネル以外の初性鉱物は残存していない。源岩組織として、輝石仮像を伴わないダナイト様組織、斜方輝石仮像を伴うハルツバージャイト様組織、他形の斜方輝石仮像を持つ集積岩様組織、スピネルの定向配列によるフォリエーション構造などの源岩構造が認められる。蛇紋石は、カンラン石や斜方輝石を交代する網目状アンチゴライトと、後期の繊維状のクリソタイル脈の形成が認められ、磁鉄鉱、ブルーサイトを伴う。岩体周辺部の特徴として、トンネル断面の西側、中央、東側で蛇紋岩化の様相が異なる。トンネル中央では源岩組織を良く残す一方、角閃岩が出現する西側境界付近では、炭酸塩鉱物（マグネサイト）に交代された塊状蛇紋岩が認められ、緑色片岩が出現する東側境界付近では、源岩組織が消失した濃緑色の塊状蛇紋岩が分布する。両境界

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

における塊状蛇紋岩の組織・鉱物組成の違いは、接触する神居古潭変成岩類との関係の違いなど、沈み込み帯における蛇紋岩化プロセスが異なる可能性を示唆している。

キーワード：蛇紋岩、神居古潭帯、ボーリングコア試料
Keywords: Serpentinite, Kamuikotan belt, Boring core

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | A05 東京ベイ幕張ホール

[S-CG53] 活断層による環境形成・維持

コンビーナ:小泉 尚嗣(滋賀県立大学環境科学部)、山野 誠(東京大学地震研究所)、笠谷 貴史(海洋研究開発機構)、濱元 栄起(埼玉県環境科学国際センター)、座長:小泉 尚嗣、後藤 忠徳(京都大学大学院工学研究科)

活断層は，数千年～数万年に1回といったごく低頻度で大地震を起こし周辺の環境を破壊する。他方、大地震（断層運動）を起こさない大部分の期間（平常時）においては、断層運動の蓄積によって形成される独特の地形や水理地質構造等によって，特有の環境（山地・盆地・構造湖・温泉・鉱床等）を形成・維持する。一般に，活断層の存在は，環境破壊要因として認識されるが，平常時における環境形成・維持要因としての活断層についても理解を深める必要がある。本セッションでは，環境の形成・維持要因としての活断層の役割やその調査方法等についての幅広い話題を歓迎する。

10:45 ~ 11:00

[SCG53-01] 滋賀県安曇川の水質に及ぼす花折断層・琵琶湖西岸断層の影響

*小泉 尚嗣[1]、植田 雅大[1]、箕手 慎介[1]、田中 達也[1]、丸尾 雅啓[1]、三谷 寛人[2] (1.滋賀県立大学環境科学部、2.大黒天物産株式会社)

11:00 ~ 11:15

[SCG53-02] びわ湖深底部におけるベント活動

★招待講演

*熊谷 道夫[1] (1.立命館大学)

11:15 ~ 11:30

[SCG53-03] 海域の断層近傍における熱流量異常に基づく流体流動の推定

*山野 誠[1]、後藤 秀作[2]、川田 佳史[3]、濱元 栄起[4] (1.東京大学地震研究所、2.産業技術総合研究所、3.東北大学災害科学国際研究所、4.埼玉県環境科学国際センター)

11:30 ~ 11:45

[SCG53-04] 地球物理学的調査に基づいて、活断層の透水性は定量化できるのか？

*後藤 忠徳[1]、川口 草太[1] (1.京都大学大学院工学研究科)

11:45 ~ 12:00

[SCG53-05] 1995年兵庫県南部地震後の野島断層帯の回復過程

*村上 英記[1]、大志万 直人[2]、吉村 令慧[2]、三浦 勉[2]、加茂 正人[2] (1.高知大教育研究部自然科学系、2.京都大学防災研究所)

12:00 ~ 12:15

[SCG53-06] 活断層による環境形成・維持に関する総合討論

*小泉 尚嗣[1] (1.滋賀県立大学環境科学部)

滋賀県安曇川の水質に及ぼす花折断層・琵琶湖西岸断層の影響
Effect of the Hanaore fault and Biwako-seigan fault on the water quality of the Ado river in Shiga Prefecture

*小泉 尚嗣[1]、植田 雅大[1]、箕手 慎介[1]、田中 達也[1]、丸尾 雅啓[1]、三谷 寛人[2]
*Naoji Koizumi[1], Masahiro Ueda[1], Shinsuke Minote[1], Tatsuya Tanaka[1], Masahiro Maruo[1], Kanto Mitani[2]

1. 滋賀県立大学環境科学部、2. 大黒天物産株式会社
1. School of Environmental Science,the University of Shiga Prefecture, 2. Daikokuten Bussan Co., Ltd.

1.はじめに

断層面周辺では，繰り返しの破壊によって生じた高密度の割れ目が高透水性構造をもたらし，その部分が地下水の通路となる(例えば，Faulkner et al.,2010)．結果として，断層と地表が交差する部分に，周辺の地質・地形・降水状況に応じて，水・熱・物質が地下水によって安定的に供給される．例えば，活断層周辺で湧水や温泉が多数認められるというのはよく知られた事実である（小泉・他，1986； 見野・他，1985）．活断層は，数千年～数万年に1回という非常な低頻度で大地震を発生させて環境を破壊するが，それ以外の大部分の時期は環境を形成・維持していることになる．

環境の重要要素である河川の水は，一般に，直近の雨に起因して地表から河川に流れ込む地表水と地下水から安定的に供給される水（基底流）の2成分からなると考えられる．したがって，河川の近傍にある活断層は，この基底流を介して，河川水の水質に寄与すると考えられる．

滋賀県西部（湖西地域）にある安曇川は，延長約60km，流域面積約300km^{2}で，琵琶湖に流入する河川の中で，流域面積では第1位，長さでは第2位の河川である（琵琶湖流域研究会，2003）．安曇川は，京都市北東部の丹波高地の百井峠付近に発し，北東に10km程度流れた後，花折断層と合流して同断層沿いに30km程度北上した後，東に折れて（花折断層から離れて）20km程度東進し，途中で琵琶湖西岸断層を横断した後に琵琶湖に流入する（図1）．このように安曇川は，滋賀県西部の2大断層である花折断層・琵琶湖西岸断層と位置的には密接な関係を持つ．他方，安曇川流域は，滋賀県内の大規模河川としては，最も開発されていない所で，自然河川の性格を比較的よく残しているとされる（琵琶湖流域研究会，2003）．したがって，河川水の水質形成における活断層の寄与を研究する上で適した河川と言えるだろう．

本研究では，安曇川における水質の場所的変化，時間的変化を調べ，それらと花折断層・琵琶湖西岸断層との関係について考察した．

2.方法

気象庁の雨量観測点のIMZ(今津)・MNM(南小松)の2つの観測点（図1）で13日間降雨がなかった後の2018年8月12日～14日に，安曇川上流から河口付近までの20点で河川水の水質等現場測定および水のサンプリングを行った（水質空間調査、図1）．測定可能な場所では，河川水流量の測定も行った．ただし，8月12日にはIMZで19mm，8月13日にはMNMで7mmの降雨があった．また，KTK(朽木平良）では，8月9日に5.5mm，8月10日と11日に0.5mm，8月12日に1.5mm，13日に6mmの雨があった．図1でUMNとFNKの間が空いているのは，この区間で8月12日に一時的な降雨があり，その部分をさけて水質等の測定およびサンプリングを行った為である．また，2018年4月末からほぼ月1回の頻度で，琵琶湖西岸断層を挟む4点（図1のRYD,HRS,ADG,KTG）で水質等調査（水質時間調査）を行った．以上の結果と，過去の安曇川の水質データや安曇川周辺の温泉の水質データ等を比較検討した．

3．結果

水質空間調査を行った20点すべてにおいて，陽イオンではカルシウムイオンが，陰イオンでは重炭酸イオンが卓越するいわゆるCa-HCO3型の水であった．これらのイオン濃度は，安曇川の上流から下流にかけて増加

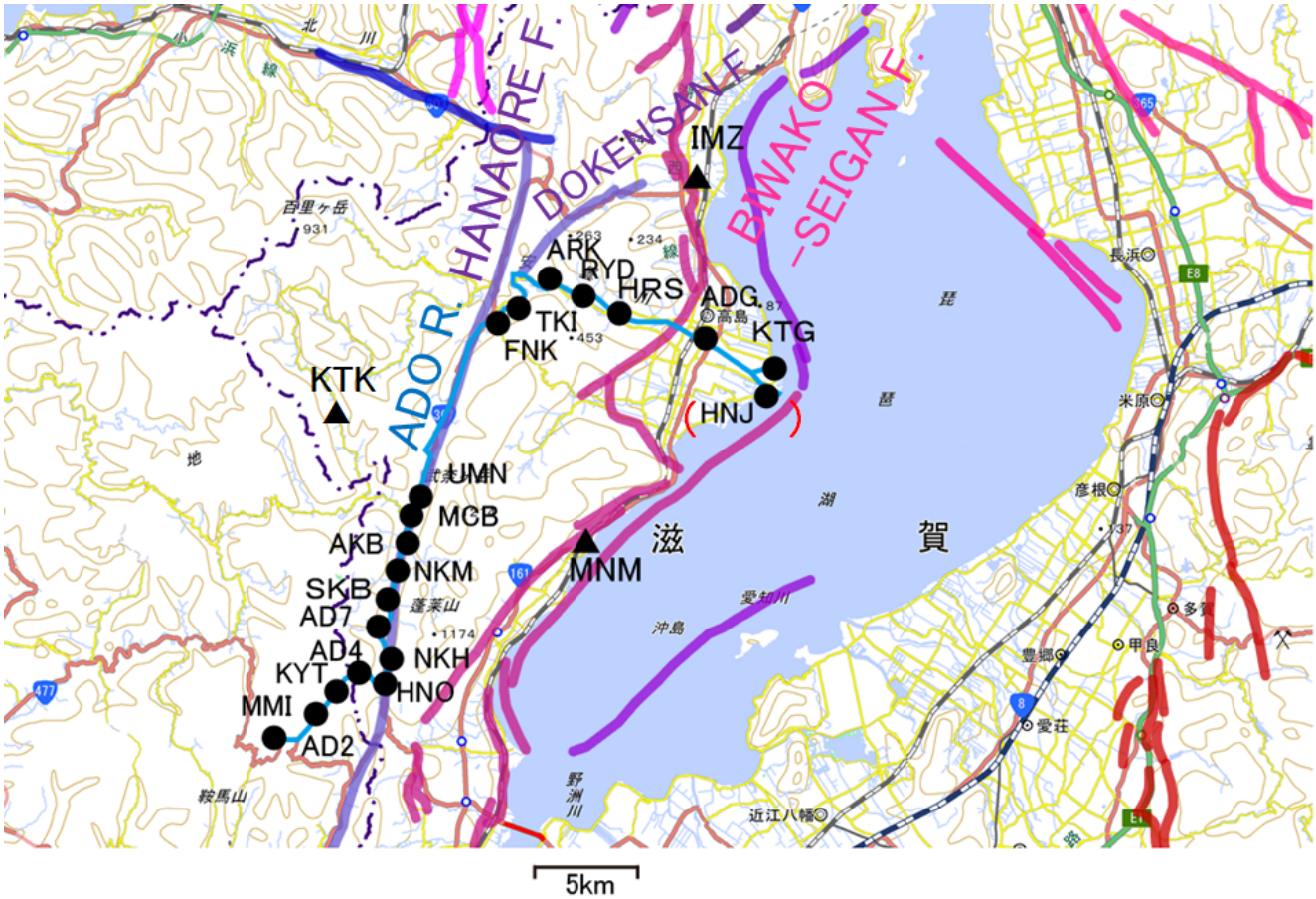
©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

する傾向にある．そのパターンは，花折断層と安曇川が合流した直後のNKH以降，安曇川が花折断層から離れるARKまで全般的に増加し，それ以降は河口のKTG・HNJまでほぼ一定という形であった．他方，琵琶湖西岸断層を挟むHRSとADGの間で特に水質の変化は認められなかった．また、水質時間調査においては、2018年4月～10月の6回（6ヶ月）分の結果において、降雨による濃度の増減はあるものの、RYD,HRS,ADG,KTGの4点すべてでCa-HCO3型の水で水質に変化はなかった。

以上から，安曇川の水質形成に花折断層が寄与していることが示唆される一方、琵琶湖西岸断層による寄与は確認できなかった。

図１：2018年8月12～14日の安曇川の水質調査地点(●)と気象庁の気象観測点（▲）．活断層データース（産業技術総合研究所,2019）の図に加筆．背景の地図は地理院地図（国土地理院,2019）．

キーワード：安曇川、活断層、水質、透水性
Keywords: Ado river, Active fault, Water quality, Permeability



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

びわ湖深底部におけるベント活動
Hydrothermal vents in the deep basin of Lake Biwa

*熊谷 道夫[1]
*Michio Kumagai[1]

1. 立命館大学
1. Ritsumeikan University

The autonomous underwater vehicle (AUV) “Tantan” was constructed and first deployed in the year 2000, as the world’s first AUV conceived for lake ecosystem exploration and monitoring. Tantan (meaning “freshwater surveillance” in Japanese) was designed to move along bottom slopes keeping a constant distance above the sediments, with a payload that includes two high-definition video cameras, a digital camera, a submersible microscope and various sensors. In December 2009, Tantan identified turbid water ebullition on the deep area in the North Basin of Lake Biwa, which is a larger basin with maximum depth 104 m and 99% water volume, and follow-up investigations were conducted in April, December 2010 and January 2012. This study confirmed the existence of hydrothermal vents, and provided the evidence that their vent numbers per unit area on the lake bottom have increased from 1.0 km^{-2} vent in 2009 to 54.0 vents km^{-2} in 2012. We also found that those discovered vents located along the ridge of sunken mountains which form the basement of Lake Biwa with covered sediments. Some back-up investigations have been performed with a remotely operated vehicle (ROV) and several kinds of sonar devices, and all of the outputs support the existence of vents found by Tantan.

キーワード：ベント、琵琶湖、自律型水中ロボット
Keywords: vent, Lake Biwa, AUV

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海域の断層近傍における熱流量異常に基づく流体流動の推定
Heat flow anomalies observed on the seafloor in the vicinity of faults: indication of fluid flow

*山野 誠[1]、後藤 秀作[2]、川田 佳史[3]、濱元 栄起[4]
*Makoto Yamano[1], Shusaku Goto[2], Yoshifumi Kawada[3], Hideki Hamamoto[4]

1. 東京大学地震研究所、2. 産業技術総合研究所、3. 東北大学災害科学国際研究所、4. 埼玉県環境科学国際センター
1. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo, 2. Geol. Surv. Japan, AIST, 3. IRIDeS, Tohoku Univ., 4. Center Environ. Sci. Saitama

Active fluid flow along faults may yield temperature or surface heat flow anomalies because advective heat transport by fluid flow is much more efficient than conductive transport. On land, it is rather difficult to observe such anomalies as temperature profile measurement in deep boreholes is required. On the other hand, we can conduct dense heat flow measurements on seafloor if surface sediment is soft enough to allow penetration of temperature probes. Heat flow and/or temperature anomalies in the vicinity of faults have been reported in some accretionary prisms, e.g., Cascadia and Barbados subduction zones. In this presentation, we show examples of heat flow anomalies associated with faults on the seafloor in the Nankai Trough area.

Accretionary prism developed landward of the Nankai Trough is extensively faulted in a compressional stress field due to subduction of the Philippine Sea plate. At the toe of the prism off Muroto, eastern Shikoku, closely-spaced heat flow measurements were made with a ROV and conspicuous high anomalies were found around the second frontal thrust, indicating that pore fluid flows upward along the fault (Kawada et al., 2014). Off the Kii peninsula, a large thrust fault system termed the megasplay cuts through the entire prism and its branches reach the seafloor. Yamano et al. (2014) conducted heat flow measurements with a surface ship across a branch of the megasplay and observed high heat flow values on the lower part of a fault scarp. Goto et al. (2008) made measurements with a submersible around biological communities along another branch of the megasplay and showed a sharp heat flow variation in a scale of several meters. These observations demonstrate that fluid flow along faults in various spatial scales can be detected by surface heat flow measurements.

The velocity or flux of vertical fluid flow may be estimated through long-term monitoring of temperature distribution in surface sediment. Temporal variation of the bottom water temperature propagates downward through sediment by thermal diffusion. Since this propagation process is affected by vertical fluid flow, analysis of long-term record of temperatures at multiple depths allows us to estimate fluid flow velocity (Goto et al., 2005). This method was applied to temperature records obtained in and around a biological community located a tip of the megasplay branch fault and the result indicates the existence of upward fluid flow (Kawada et al., 2013).

キーワード：熱流量異常、流体流動、断層、熱輸送、長期計測
Keywords: heat flow anomaly, fluid flow, fault, heat transport, long-term monitoring

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地球物理学的調査に基づいて、活断層の透水性は定量化できるのか？
How can we quantify the hydraulic permeability of fault based on geophysical survey?

*後藤 忠徳[1]、川口 草太[1]
*Tada-nori Goto[1], Sota Kawaguchi[1]

1. 京都大学大学院工学研究科
1. Graduate School of Engineering, Kyoto University

For understanding impacts of faults/fractures to the Earth's environment, evaluation of hydraulic permeability along fault and fractures are required because they hydrogeologically play a role of pathway of deep groundwater and gas. Previous studies have obtained the hydraulic characteristics using boreholes and rock samples. However, such information is only valid in a local scale, and it is basically considered to be difficult to estimate the hydraulic permeability at several-hundred meter scales or more. In this study, we try to estimate the permeability in and around fractures in typical bedrocks (e.g., granitic rocks) based on the geophysical explorations: resistivity, seismic velocity and so on. The geophysical logging experiment (e.g., cross-hole tomography) can indicate both local and larger scale geophysical information. More large-scaled information can be obtained by land-surface geophysical surveys. For evaluation of permeability of large-scale fault, a rock physical modeling will be helpful since it can connect geophysical property to the hydraulic property theoretically or numerically.
Prior to the challenge of large-scale permeability estimation, we applied the rock physical modeling to the small-scale geophysical measurements. We measured DC resistivity and elastic properties (Young modulus) on the exposed fresh granite at the Mizunami Underground Research Laboratory, Japan Atomic Energy Agency. Based on the simple rock physical model, we estimated the permeability of granite with less fracturing. The in-situ permeability measurements confirmed that the estimated values are enough close to the measured ones (within the difference of half of order). The technique is also valid to the permeability measurements by pumping test at wells. We succeeded that the observed permeability obtained at Mizunami can be reproduced by only using geophysical logging data such as resistivity and seismic P-wave velocity.
Then, we applied this rock physical model to the large-scale geophysical images based on the magnetotellurics and seismic tomography. Although it is a preliminary result, the estimated permeability structure by our method is not realistic one unfortunately. In this study, we discuss on the additional information and technique how the accuracy of estimated permeability is improved.

キーワード：浸透率、岩石物理学、比抵抗
Keywords: Permeability, Rock Physics, Resistivity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

1995年兵庫県南部地震後の野島断層帯の回復過程
Healing process of the Nojima Fault zone after 1995 Hyogo-ken Nanbu earthquake

*村上 英記[1]、大志万 直人[2]、吉村 令慧[2]、三浦 勉[2]、加茂 正人[2]
*Hideki Murakami[1], Naoto Oshiman[2], Ryokei Yoshimura[2], Tsutomu Miura[2], Masato Kamo[2]

1. 高知大教育研究部自然科学系、2. 京都大学防災研究所
1. Research and Education Faculty,Kochi University, 2. Disaster Prevention Research Institute,Kyoto University

1995年兵庫県南部地震（Mj7.3,Mw6.9）の地表地震断層である野島断層は，六甲・淡路島断層帯に属し，淡路島の西岸部を北東ー南西方向に走る長さ約10kmの横ずれ断層である。1995年の地震発生時には，断層南東側（山側）が南西方向に約1-2m右横ずれし，同時に約0.5-1.2m隆起した。断層の掘削調査により，兵庫県南部地震に先行する地震活動は約1100～2400年前と推定されている（産業技術総合研究所，2002）。また，淡路島の東部海岸沿いに走る東浦断層は最新の活動時期は1596年伏見地震に近い時代で，平均活動間隔は約1400～2200年と見積もられている。このような地震活動により現在の淡路島の地形が形成されている。

野島断層における約2000年を隔てた地震活動の中で，どのように断層は次の地震に向けて準備をしていたのであろうか。1995年の活動のあと断層周辺部の状態の経年変化（固着過程）を明らかにすることを目的として，野島断層に掘られた1800mのボーリング孔を使用した注水実験が1997年から2018年の間に8回実施された。この注水実験では，注水にともなう湧水量の変化，ボーリング孔内の歪計，微小地震活動，アクロスによる地震波速度の変化，とともに自然電位の変化が計測された。

ここでは，最後の注水実験となった2018年12月の注水実験時に計測した自然電位の測定結果を紹介するとともに，注水にともなう自然電位変動を使い地下の状態（透水に関わる状態）を推定する方法について紹介する。2018年の注水実験においても従来の注水実験と同様に，注水にともなう自然電位変動が観測された：1）注水の開始・停止に同期した電位変動，2）注水孔周辺が負に変動する，3）変動の大きさは注水孔からの距離が大きくなると小さくなる。これら3つの特徴は，ボーリング孔から流出した水が周囲の岩石中を流れることにより発生する流動電位がボーリング孔ケーシングパイプを伝わり地表に電位変動を伝えるというモデルで説明できる（Murakami et al.,2001,2007)。このモデルでは，水の流量（J)と電位変動から推測する電流量（I)の比が，水理係数（透水係数，空隙率，屈曲度の関数）と電気的係数（水の誘電率，ゼータ電位の関数）の比になる。電気的係数に大きな経年変化がないと仮定すると，J/Iの経年変化は水理係数の経年変化を表すことになる。J/Iの値は，1997年から2003年にかけて小さくなっている。予察的な結果であり今後修正する可能性はあるが，2018年の結果は1997年から2000年の上限値よりも小さく，2003年よりも大きいという結果であった。1997年から2003年にかけての減少は，経年的に注水した水が周囲に拡散しにくくなったことを意味し，地震後の数年で断層周辺の固着過程がある程度進行したことを推測させる。2000年のサイクルの極めて短い期間に，次の地震に向けての準備がすすんでいる様子が分かってきた。

本研究は，東京大学地震研究所特定共同研究（A）課題番号1906「注水実験による内陸地震の震源断層の詳細な構造と回復過程の研究」により実施された。

キーワード：野島断層、断層回復過程、注水実験、自然電位
Keywords: Nojima Fault, healing process of a fault, water injection experiment, self-potential

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

活断層による環境形成・維持に関する総合討論
Discussion on the environment formed and maintained by active faults

*小泉 尚嗣[1]
*Naoji Koizumi[1]

1. 滋賀県立大学環境科学部
1. School of Environmental Science,the University of Shiga Prefecture

活断層による環境形成・維持に関する総合討論を行う。

キーワード：活断層、環境
Keywords: Active fault, Environment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_16

[S-CG53] 活断層による環境形成・維持

コンビーナ:小泉 尚嗣(滋賀県立大学環境科学部)、山野 誠(東京大学地震研究所)、笠谷 貴史(海洋研究開発機構)、濱元 栄起(埼玉県環境科学国際センター)

活断層は，数千年～数万年に1回といったごく低頻度で大地震を起こし周辺の環境を破壊する。他方、大地震（断層運動）を起こさない大部分の期間（平常時）においては、断層運動の蓄積によって形成される独特の地形や水理地質構造等によって，特有の環境（山地・盆地・構造湖・温泉・鉱床等）を形成・維持する。一般に，活断層の存在は，環境破壊要因として認識されるが，平常時における環境形成・維持要因としての活断層についても理解を深める必要がある。本セッションでは，環境の形成・維持要因としての活断層の役割やその調査方法等についての幅広い話題を歓迎する。

[SCG53-P01] 琵琶湖湖底における熱流量測定

*濱元 栄起[1]、山野 誠[2] (1.埼玉県環境科学国際センター、2.東京大学地震研究所)

[SCG53-P02] 布田川断層西原村地域の浅部地下比抵抗構造とその信頼度

*後藤 忠徳[1]、小路 久稔[1]、川口 草太[1]、山口 覚[2]、山中 裕斗[2]、古川 大悟[2]、相澤 広記[3] (1.京都大学大学院工学研究科、2.大阪市立大学大学院理学研究科、3.九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター)

[SCG53-P03] 2016年に発生した福島沖地震震源域における海底地形と堆積構造

*笠谷 貴史[1]、富士原 敏也[1]、金松 敏也[1]、藤倉 克則[1] (1.海洋研究開発機構)

琵琶湖湖底における熱流量測定
Heat flow measurement in Lake Biwa

*濱元 栄起[1]、山野 誠[2]
*Hideki Hamamoto[1], Makoto Yamano[2]

1. 埼玉県環境科学国際センター、2. 東京大学地震研究所
1. Center for Environmental Science in Saitama, 2. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

琵琶湖の湖底には断層が存在していると考えられ、その周辺において水とガスの湧出が観察されている。熱流量は、このような流体の湧出を調べるひとつの手掛かりになる。これまでの先行調査では琵琶湖の2地点で熱流量が測定されている。ひとつは湖底の掘削孔で50 mW/m^2、もうひとつは湖岸に位置する掘削孔で44 mW/m^{2}である。周辺地域での測定値も考慮すると、琵琶湖地域における流体流動による影響のないバックグラウンド熱流量値は50 mW/m^{2}程度と推定される。

我々は、2010年に滋賀県琵琶湖環境科学研究センターの調査船（当時）「はっけん号」を使って、琵琶湖北西部の最深部付近の5地点で熱流量測定を行った。この測定には深海底で通常用いられる熱流量プローブを使用した。プローブの長さは1.5及び3.0 mで、7個のセンサーが取り付けられている。琵琶湖の最大水深は約100 mであり、湖底水温の変動が大きいことが知られている。そのため湖底から数mの地下温度も湖底の水温変動による擾乱を受けていることになる。実際、プローブによって測定された温度プロファイルは、いずれも水温変動によって明らかに乱されたものであった。このうち、ガス湧出が観察された近くの1点で測定した温度プロファイルは、極めて高い温度勾配（～300 mK/m）を示した。これは、水温変動の影響を考えに入れても、明らかに異常に高い値である。流体の流れは移流による熱流の異常を引き起こすことから、我々はこの高い値は堆積物中の上昇流によるものと解釈している。しかし、水深が浅く水温変動が大きい場所においては、深海用の熱流量プローブによる測定では信頼性に限界がある。信頼性の高い熱流量値を得るためには、長期温度モニタリングを実施し、水温変動の影響を考慮した解析を行うことが有用である。さらに長期温度データの解析により、流体の流速も推定することが可能である。今後、琵琶湖湖底の断層に関連する流体の流れを解明していくには、信頼性の高い熱流量測定を高密度で行うことが必要と考えられる。

キーワード：熱流量、琵琶湖、水温変動
Keywords: Heat flow, Lake Biwa, Bottom water temperature variation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

布田川断層西原村地域の浅部地下比抵抗構造とその信頼度
Shallow Resistivity Structure across the Futagawa-Fault Nishihara Area and the Reliability

*後藤 忠徳[1]、小路 久稔[1]、川口 草太[1]、山口 覚[2]、山中 裕斗[2]、古川 大悟[2]、相澤 広記[3]
*Tada-nori Goto[1], Hisatoshi Koji[1], Sota Kawaguchi[1], Satoru Yamaguchi[2], Yuto Yamalaka[2], Daigo Furukawa[2], Koki Aizawa[3]

1. 京都大学大学院工学研究科、2. 大阪市立大学大学院理学研究科、3. 九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター
1. Graduate School of Engineering, Kyoto University, 2. Graduate School of Science, Osaka City University, 3. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Sciences, Kyushu University

2016年熊本地震では、地表面に多数の地表地震断層が発生した。これらは活断層として既に知られていた布田川断層に沿って分布している。このうち熊本県西原村においては、布田川断層は東西に並走する2条の活断層に分岐しており、このうち南側の地表トレースにおいて明瞭な変位が観測された。またInSARによる解析結果からは、2条の布田川断層に挟まれた地域で大きな変形が推測されている（Fujiwara et al., 2016）。InSARの結果ではさらに、布田川断層よりも南方に線状の地表破壊帯が認められているが、これは既に知られている活断層には相当していない。このように西原村地域では2016年熊本地震時の地表変位・破壊の分布は複雑であり、その要因は活断層沿いの地質構造の複雑さに起因するものと推測される。しかしながら、本地域での活断層周辺の浅部構造は明らかになっていない。

本研究では、布田川断層西原村地域において電磁探査（AMT探査）を実施し、地下浅部の比抵抗構造を解明した。使用機器はPhoenix Geophysics社製MTU-5Aである。観測点は合計で14点であり、布田川断層を南北方向にまたぐ測線上に配置されている。このうち11点で良好なMT応答関数を得ることができたため、Uchida and Ogawa (1993)によるABIC平滑化制約付きインバージョンを用いて2次元比抵抗モデルを作成した。スタティックシフトに関しては、Zssqの位相が空間的になだらかに変化する特徴を利用して、見掛比抵抗に空間平滑化を適用して補正を行った。

得られた地下比抵抗構造では、東西に並走する2条の布田川断層の両方に沿って、地下低比抵抗帯（地表直下～深さ500m以上）が存在することが明らかになった。2条の布田川断層のうち、北側の低比抵抗帯は北落ち60度程度で傾斜しており、地表での地質調査の結果と整合的である。一方、南側の低比抵抗帯は北側より規模が大きく（幅400m程度）、南傾斜の特徴を示した。これらの断層沿いの低比抵抗帯の信頼度について、主成分分析法とマルコフ連鎖モンテカルロ法に基づく評価（小路・後藤, 2019）を実施した。その結果、布田川断層から南傾斜で伸びる低比抵抗帯には感度が高いことが明らかとなった。このような2条の低比抵抗帯の存在や、そのうち1つが南傾斜である特徴は、これまでの地球物理学的・地質学的な調査結果では得られてないが、前述のInSARの解析結果とよく整合していることから、妥当な結果であると考えられる。結論としては、活断層における地表変位や地震動の理解や推定には、本研究のような活断層浅部の構造調査が重要であると考えられる。

キーワード：熊本地震、布田川断層、比抵抗
Keywords: Kumamoto Earthquake, Futagawa Fault, Resistivity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2016年に発生した福島沖地震震源域における海底地形と堆積構造
Detailed topography and sub-surface structure around the 2016 Fukushima Earthquake

*笠谷 貴史[1]、富士原 敏也[1]、金松 敏也[1]、藤倉 克則[1]
*Takafumi Kasaya[1], Toshiya Fujiwara[1], Toshiya Kanamatsu[1], Katsunori FUJIKURA[1]

1. 海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

2016年11月22日に福島県沖を震源とするM7.4の地震が発生した。この地震波プレート間地震ではなく、陸側プレート内で発生した正断層型地震であるが、東北沿岸で最大1.4mの波高の津波が観測された。地震後、震源域近傍で調査中だった「新青丸」と「よこすか」により測深機を用いた地形調査を行ったところ、複数の段差地形が検出され、既存の海底地質図に記載された断層分布とは異なる位置であった。そこで、地震直後の海底の状況を把握するため、東北マリンサイエンス拠点形成事業「海洋生態系の調査研究」による「新青丸」KS-17-J04において、ROVハイパードルフィン（以下、HPD）を用いた調査潜航、および音響機器を用いた海底地形、堆積構造調査が行われた。HPDによる潜航は2回実施され、地形調査でシャープな地形段差が推測された地点で、形成されてから比較的新しいと考えられる、高低差1-2m程度のフレッシュな地形段差崖を確認した。露頭を観察すると、最表層は貝殻の濃集層を含む柔らかい泥層で、その下位には固結した堆積層が観察される。地形段差の底付近ではバクテリアマットと考えられる白色変色域を複数視認した。段差地形に沿って観察を行ったところ、一部で割れ目地形を伴いながら連続的に存在することが確認された。潜航した最北端の割れ目では、ヨコエビが大量に群集する様子も観察された。さらに、KM-17-J05航海では、面的に地形調査を行うと共に、段差地形を中心に400kHzのサイドスキャンソナーを用いた観測も行い、段差地形およびリニアメントの面的な分布把握を行った。

キーワード：2016年福島沖地震、微細地形、断層、バクテリアマット
Keywords: 2016 Off Fukushima earthquake, Detailed topography, Fault, Bacteria mat

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_29

[S-CG53] 活断層による環境形成・維持

コンビーナ:小泉 尚嗣(滋賀県立大学環境科学部)、山野 誠(東京大学地震研究所)、笠谷 貴史(海洋研究開発機構)、濱元 栄起(埼玉県環境科学国際センター)

活断層は，数千年～数万年に1回といったごく低頻度で大地震を起こし周辺の環境を破壊する。他方、大地震（断層運動）を起こさない大部分の期間（平常時）においては、断層運動の蓄積によって形成される独特の地形や水理地質構造等によって，特有の環境（山地・盆地・構造湖・温泉・鉱床等）を形成・維持する。一般に，活断層の存在は，環境破壊要因として認識されるが，平常時における環境形成・維持要因としての活断層についても理解を深める必要がある。本セッションでは，環境の形成・維持要因としての活断層の役割やその調査方法等についての幅広い話題を歓迎する。

[SCG53-P01] 琵琶湖湖底における熱流量測定

*濱元 栄起[1]、山野 誠[2] (1.埼玉県環境科学国際センター、2.東京大学地震研究所)

[SCG53-P02] 布田川断層西原村地域の浅部地下比抵抗構造とその信頼度

*後藤 忠徳[1]、小路 久稔[1]、川口 草太[1]、山口 覚[2]、山中 裕斗[2]、古川 大悟[2]、相澤 広記[3] (1.京都大学大学院工学研究科、2.大阪市立大学大学院理学研究科、3.九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター)

[SCG53-P03] 2016年に発生した福島沖地震震源域における海底地形と堆積構造

*笠谷 貴史[1]、富士原 敏也[1]、金松 敏也[1]、藤倉 克則[1] (1.海洋研究開発機構)

琵琶湖湖底における熱流量測定
Heat flow measurement in Lake Biwa

*濱元 栄起[1]、山野 誠[2]
*Hideki Hamamoto[1], Makoto Yamano[2]

1. 埼玉県環境科学国際センター、2. 東京大学地震研究所
1. Center for Environmental Science in Saitama, 2. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

琵琶湖の湖底には断層が存在していると考えられ、その周辺において水とガスの湧出が観察されている。熱流量は、このような流体の湧出を調べるひとつの手掛かりになる。これまでの先行調査では琵琶湖の2地点で熱流量が測定されている。ひとつは湖底の掘削孔で50 mW/m^2、もうひとつは湖岸に位置する掘削孔で44 mW/m^{2}である。周辺地域での測定値も考慮すると、琵琶湖地域における流体流動による影響のないバックグラウンド熱流量値は50 mW/m^{2}程度と推定される。

我々は、2010年に滋賀県琵琶湖環境科学研究センターの調査船（当時）「はっけん号」を使って、琵琶湖北西部の最深部付近の5地点で熱流量測定を行った。この測定には深海底で通常用いられる熱流量プローブを使用した。プローブの長さは1.5及び3.0 mで、7個のセンサーが取り付けられている。琵琶湖の最大水深は約100 mであり、湖底水温の変動が大きいことが知られている。そのため湖底から数mの地下温度も湖底の水温変動による擾乱を受けていることになる。実際、プローブによって測定された温度プロファイルは、いずれも水温変動によって明らかに乱されたものであった。このうち、ガス湧出が観察された近くの1点で測定した温度プロファイルは、極めて高い温度勾配（～300 mK/m）を示した。これは、水温変動の影響を考えに入れても、明らかに異常に高い値である。流体の流れは移流による熱流の異常を引き起こすことから、我々はこの高い値は堆積物中の上昇流によるものと解釈している。しかし、水深が浅く水温変動が大きい場所においては、深海用の熱流量プローブによる測定では信頼性に限界がある。信頼性の高い熱流量値を得るためには、長期温度モニタリングを実施し、水温変動の影響を考慮した解析を行うことが有用である。さらに長期温度データの解析により、流体の流速も推定することが可能である。今後、琵琶湖湖底の断層に関連する流体の流れを解明していくには、信頼性の高い熱流量測定を高密度で行うことが必要と考えられる。

キーワード：熱流量、琵琶湖、水温変動
Keywords: Heat flow, Lake Biwa, Bottom water temperature variation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

布田川断層西原村地域の浅部地下比抵抗構造とその信頼度
Shallow Resistivity Structure across the Futagawa-Fault Nishihara Area and the Reliability

*後藤 忠徳[1]、小路 久稔[1]、川口 草太[1]、山口 覚[2]、山中 裕斗[2]、古川 大悟[2]、相澤 広記[3]
*Tada-nori Goto[1], Hisatoshi Koji[1], Sota Kawaguchi[1], Satoru Yamaguchi[2], Yuto Yamalaka[2], Daigo Furukawa[2], Koki Aizawa[3]

1. 京都大学大学院工学研究科、2. 大阪市立大学大学院理学研究科、3. 九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター
1. Graduate School of Engineering, Kyoto University, 2. Graduate School of Science, Osaka City University, 3. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Sciences, Kyushu University

2016年熊本地震では、地表面に多数の地表地震断層が発生した。これらは活断層として既に知られていた布田川断層に沿って分布している。このうち熊本県西原村においては、布田川断層は東西に並走する2条の活断層に分岐しており、このうち南側の地表トレースにおいて明瞭な変位が観測された。またInSARによる解析結果からは、2条の布田川断層に挟まれた地域で大きな変形が推測されている（Fujiwara et al., 2016）。InSARの結果ではさらに、布田川断層よりも南方に線状の地表破壊帯が認められているが、これは既に知られている活断層には相当していない。このように西原村地域では2016年熊本地震時の地表変位・破壊の分布は複雑であり、その要因は活断層沿いの地質構造の複雑さに起因するものと推測される。しかしながら、本地域での活断層周辺の浅部構造は明らかになっていない。

本研究では、布田川断層西原村地域において電磁探査（AMT探査）を実施し、地下浅部の比抵抗構造を解明した。使用機器はPhoenix Geophysics社製MTU-5Aである。観測点は合計で14点であり、布田川断層を南北方向にまたぐ測線上に配置されている。このうち11点で良好なMT応答関数を得ることができたため、Uchida and Ogawa (1993)によるABIC平滑化制約付きインバージョンを用いて2次元比抵抗モデルを作成した。スタティックシフトに関しては、Zssqの位相が空間的になだらかに変化する特徴を利用して、見掛比抵抗に空間平滑化を適用して補正を行った。

得られた地下比抵抗構造では、東西に並走する2条の布田川断層の両方に沿って、地下低比抵抗帯（地表直下～深さ500m以上）が存在することが明らかになった。2条の布田川断層のうち、北側の低比抵抗帯は北落ち60度程度で傾斜しており、地表での地質調査の結果と整合的である。一方、南側の低比抵抗帯は北側より規模が大きく（幅400m程度）、南傾斜の特徴を示した。これらの断層沿いの低比抵抗帯の信頼度について、主成分分析法とマルコフ連鎖モンテカルロ法に基づく評価（小路・後藤, 2019）を実施した。その結果、布田川断層から南傾斜で伸びる低比抵抗帯には感度が高いことが明らかとなった。このような2条の低比抵抗帯の存在や、そのうち1つが南傾斜である特徴は、これまでの地球物理学的・地質学的な調査結果では得られてないが、前述のInSARの解析結果とよく整合していることから、妥当な結果であると考えられる。結論としては、活断層における地表変位や地震動の理解や推定には、本研究のような活断層浅部の構造調査が重要であると考えられる。

キーワード：熊本地震、布田川断層、比抵抗
Keywords: Kumamoto Earthquake, Futagawa Fault, Resistivity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2016年に発生した福島沖地震震源域における海底地形と堆積構造
Detailed topography and sub-surface structure around the 2016 Fukushima Earthquake

*笠谷 貴史[1]、富士原 敏也[1]、金松 敏也[1]、藤倉 克則[1]
*Takafumi Kasaya[1], Toshiya Fujiwara[1], Toshiya Kanamatsu[1], Katsunori FUJIKURA[1]

1. 海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

2016年11月22日に福島県沖を震源とするM7.4の地震が発生した。この地震波プレート間地震ではなく、陸側プレート内で発生した正断層型地震であるが、東北沿岸で最大1.4mの波高の津波が観測された。地震後、震源域近傍で調査中だった「新青丸」と「よこすか」により測深機を用いた地形調査を行ったところ、複数の段差地形が検出され、既存の海底地質図に記載された断層分布とは異なる位置であった。そこで、地震直後の海底の状況を把握するため、東北マリンサイエンス拠点形成事業「海洋生態系の調査研究」による「新青丸」KS-17-J04において、ROVハイパードルフィン（以下、HPD）を用いた調査潜航、および音響機器を用いた海底地形、堆積構造調査が行われた。HPDによる潜航は2回実施され、地形調査でシャープな地形段差が推測された地点で、形成されてから比較的新しいと考えられる、高低差1-2m程度のフレッシュな地形段差崖を確認した。露頭を観察すると、最表層は貝殻の濃集層を含む柔らかい泥層で、その下位には固結した堆積層が観察される。地形段差の底付近ではバクテリアマットと考えられる白色変色域を複数視認した。段差地形に沿って観察を行ったところ、一部で割れ目地形を伴いながら連続的に存在することが確認された。潜航した最北端の割れ目では、ヨコエビが大量に群集する様子も観察された。さらに、KM-17-J05航海では、面的に地形調査を行うと共に、段差地形を中心に400kHzのサイドスキャンソナーを用いた観測も行い、段差地形およびリニアメントの面的な分布把握を行った。

キーワード：2016年福島沖地震、微細地形、断層、バクテリアマット
Keywords: 2016 Off Fukushima earthquake, Detailed topography, Fault, Bacteria mat

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 9:00 ~ 10:30 | A11 東京ベイ幕張ホール

[S-CG55] 地殻流体と地殻変動

コンビーナ:北川 有一(産業技術総合研究所地質調査総合センター地震地下水研究グループ)、小泉 尚嗣(滋賀県立大学環境科学部)、梅田 浩司(弘前大学大学院理工学研究科)、角森 史昭(東京大学大学院理学系研究科地殻化学実験施設)、座長:北川 有一(産業技術総合研究所地質調査総合センター地震地下水研究グループ)、角森 史昭(東京大学大学院理学系研究科地殻化学実験施設)

地殻内の浅部から深部にいたる流体とその収支や移動様式の理解およびその物理・化学モデルに関する議論を行う場を提供する。たとえば、以下のような分野を想定している。 1.地震発生に関わる領域の流体の状況、地震を含む地殻変動に伴う流体の物質・化学挙動の変化など、いわゆる断層流体物性の分野。 2.地下水の水位・水圧・水質から多孔質弾性論などを使って地殻変動を推定するための、いわゆる地震地下水の分野。 3.地殻深部から浅部にいたる流体の同位体的・化学的な特徴を測定し、フラックス定量を試みる、いわゆる地殻流体化学の分野。

9:00 ~ 9:15

[SCG55-01] 北勢観測点の地下水圧を用いた短期的SSEの断層モデルの推定

*北川 有一[1]、松本 則夫[1] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター地震地下水研究グループ)

9:15 ~ 9:35

[SCG55-02] 2018年北海道胆振東部地震における地下水位の変化

★招待講演

*柴田 智郎[1]、高橋 良[2]、高橋 浩晃[3]、鹿児島 渉悟[4]、佐野 有司[4]、Pinti Daniele[5] (1.京都大学大学院理学研究科、2.北海道立総合研究機構　地質研究所、3.北海道大学大学院理学研究科、4.東京大学大気海洋研究所、5.GEOTOP, Université du Québec)

9:35 ~ 9:50

[SCG55-03] 2016年熊本地震後の河川流量変化

*小泉 尚嗣[1]、箕手 慎介[1]、田中 達也[1] (1.滋賀県立大学環境科学部)

9:50 ~ 10:05

[SCG55-04] ガンマ線スペクトル計測による土壌ラジウム濃度測定システムの開発

*角森 史昭[1]、永井 滋一[2]、吉井 淳治[3]、木村 吉秀[4]、鎌倉 快之[5]、井上 雄紀[5]、佐藤 典仁[6]、櫻木 史郎[7]、志水 隆一[8]、V Gluchschenko[9] (1.東京大学大学院理学系研究科地殻化学実験施設、2.三重大学、3.福島県立医科大学、4.大阪大学、5.大阪工業大学、6.千代田テクノル、7.ユニオンマテリアル、8.大阪大学産連本部、9.カザフスタン核物理研究所)

10:05 ~ 10:25

[SCG55-05] 八代海海底活断層分布地域のラドン濃度分布

★招待講演

*川端 訓代[1]、角森 史昭[2]、北村 有迅[1]、白鳳丸 KH18-3次研究航海乗船者一同 (1.鹿児島大学理工学研究科、2.東京大学大学院理学系研究科地殻化学実験施設)

10:25 ~ 10:30

Discussion

北勢観測点の地下水圧を用いた短期的SSEの断層モデルの推定
Estimation of fault models of the short-term SSE using groundwater pressures at the Hokusei observation site

*北川 有一[1]、松本 則夫[1]
*Yuichi Kitagawa[1], Norio Matsumoto[1]

1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター地震地下水研究グループ
1. Tectono-Hydrology Research Group, Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

南海トラフのプレート境界で発生する短期的SSEの推定において、伊勢湾周辺の愛知県西部から三重県北部の地域には高感度な地殻変動・地下水の観測点がないことが課題の一つである。この地域に東海層群等の未固結な堆積層が厚く堆積していることがその原因と一つと思われる。地下水位の地殻変動への応答の改善を目的に、2016年5月に三重県北部に位置する北勢観測点の観測井戸（内管）をパッカーにて密閉した。観測の対象とした帯水層の透水係数が小さいため、密閉前の地下水位は地殻歪変動への応答が悪かった。密閉後は、地下水圧を測定しているが、それに潮汐変動が明確に現れるようになり、地下水圧の地殻変動への応答が改善されたことが確かめられた。密閉後の地下水圧の地殻歪応答は密閉前の約10倍に改善した。地下水圧データから潮汐成分・気圧応答・降雨応答を除去することで、2016年7月、2017年11月および2018年4月に地下水圧変化にて短期的SSEは検出された。そして、歪・傾斜・地下水圧データを用いて、短期的SSEのすべりが伊勢湾北部まで広がったと推定された。深部低周波微動が活発ではない伊勢湾北部において、短期的SSEが繰り返し発生していることを示した。歪計や傾斜計での観測に向かない軟弱な堆積層では、水位（水圧）の測定が地殻変動観測の有力な手段であることを示した。

キーワード：地下水、歪感度、密閉井戸、スロースリップイベント
Keywords: groundwater, strain sensitivity, closed well, slow slip event

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2018年北海道胆振東部地震における地下水位の変化
Groundwater level changes during the 2018 Hokkaido Eastern Iburi earthquake

*柴田 智郎[1]、高橋 良[2]、高橋 浩晃[3]、鹿児島 渉悟[4]、佐野 有司[4]、Pinti Daniele[5]
*Tomo Shibata[1], Ryo Takahashi[2], Hiroaki Takahashi[3], Takanori Kagoshima[4], Yuji Sano[4], Daniele Pinti[5]

1. 京都大学大学院理学研究科、2. 北海道立総合研究機構　地質研究所、3. 北海道大学大学院理学研究科、4. 東京大学大気海洋研究所、5. GEOTOP, Université du Québec
1. Graduate School of Science, Kyoto University, 2. Geological Survey of Hokkaido, Hokkaido Research Organization, 3. Graduate School of Science, Hokkaido University, 4. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 5. GEOTOP, Université du Québec

Groundwater table level in wells can fluctuate under stress provoked by earthquakes located even thousands of kilometers away. The mechanisms of changes in groundwater level can be explained by hydrological changes such as pore-pressure response to coseismic static elastic strain, permeability changes caused by seismic waves and fluid migration along seismogenic dilatant cracks or crustal ruptures. The Geological Survey of Hokkaido, Hokkaido Research Organization (HRO), has been monitoring groundwater tables in several wells after the 2018 Hokkaido Eastern Iburi earthquake. The wells were drilled for exploiting hot spring water but have not been used in the last 20 years. The groundwater level was measured by pressure gauges with resolution about 5-10 mm in 10-minute intervals in each monitored well. After the Hokkaido Eastern Iburi earthquake, we were able to find a step-like decrease in groundwater levels in three wells. These wells are located within the region where tensile changes of the quake-induced volumetric strain can be calculated by using the fault model, suggesting that the changes in groundwater levels are qualitatively consistent with those in volumetric strain. The observed groundwater level changes are also affected by tidal and barometric effects, and we can estimate the response of groundwater level for tidal components. The tidal responses in all the wells have not changed before and after the earthquake.

キーワード：地下水位、多孔質弾性的挙動、地震、北海道
Keywords: Groundwater level, Poroelastic behavior, Earthquake, Hokkaido

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2016年熊本地震後の河川流量変化
Postseismic streamflow changes after the 2016 Kumamoto earthquake

*小泉 尚嗣[1]、箕手 慎介[1]、田中 達也[1]
*Naoji Koizumi[1], Shinsuke Minote[1], Tatusya Tanaka[1]

1. 滋賀県立大学環境科学部
1. School of Environmental Science,the University of Shiga Prefecture

1.はじめに

大規模な地震が起こった後、その場所の地下水や河川流量に変化が起こることがある．過去には、地震による河川流量・湧水量・井戸水位の変化が報告されている．これらの報告の多くに共通する変化は、低地での河川流量・湧出量の増加がある一方、高地では地下水位の低下が認められる点で、数ヵ月から数年またはそれ以上に続くとされる．このような地下水・河川水の変化は、地震による地盤の透水性の増加で説明されてきた（Rojstaczer et al., 1995; Wang and Manga,2004）．降水量が世界平均の約2倍で，水資源の豊富な日本においては，このような地震後の河川流量や地下水の変化はあまり注目されてこなかった．しかし，これは，明らかに震災リスクの１つであり，日本でも充分研究する必要が有る．

平成28年(2016年)熊本地震は、2016年4月に熊本県およびその周辺で発生した一連の地震である．この地震は河川水・地下水に大きな影響を与えた（一柳・安藤，2017；佐藤・他，2017）．小泉・他(2018)は熊本地震後に，同地震の強震動域周辺で河川流量が増加したことを報告したが、データ解析期間が３年（2014年～2016年）で短いという課題があった．そこで本研究では、解析期間を長いもので1993年から2017年（25年間）にして再度解析を行った．

2.方法

国土交通省の水文・水質データベースから熊本県の14点の河川流量データを、気象庁のデータベースから熊本県の降水量データを入手した．それらの時間変化を調べると共に、積算降水量と積算流量との平均的な関係から、流量における積算降水量の影響を除去した流量残差の時間変化を調べた．また，熊本地震前後の降水-河川流量関係の変化も調べた．

3.結果と考察

河川流量を解析した14点のうち、主に阿蘇山麓を上流とする河川の4地点で河川流量が増加したように見える．しかし、その増加は熊本地震の直後でなく、同地震の約2か月後の大雨の後に増加していた．したがって，この変化は地盤の透水性増加では説明できない．さらに，熊本地震後に降水量が大きい時に，(降水時流量)/(降水量)の比が，熊本地震前より大きくなる傾向が認められた．

もし，土壌水分保持能力が熊本地震後に低下すれば、大雨時に降水時流量が熊本地震前に比べて増加することが説明できる．熊本地震では、強震動域周辺で多くの土砂崩れ等が発生した．それによって土壌水分保持能力が下がった結果，河川流量に変化が生じた可能性がある．

キーワード：熊本地震、河川流量、透水性、強震動
Keywords: Kumamoto earthquake, Streamflow, Permeability, Strong ground motion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ガンマ線スペクトル計測による土壌ラジウム濃度測定システムの開発
Development of Radium Concentration Monitoring System based on Gamma-Ray Spectroscopy

*角森 史昭[1]、永井 滋一[2]、吉井 淳治[3]、木村 吉秀[4]、鎌倉 快之[5]、井上 雄紀[5]、佐藤 典仁[6]、櫻木 史郎[7]、志水 隆一[8]、V Gluchschenko[9]
*Fumiaki Tsunomori[1], Shigekazu Nagai[2], Junji Yoshii[3], Yoshihide Kimura[4], Yoriyuki Kamakura[5], Yuki Inoue[5], Norihito Sato[6], Shiro Sakuragi[7], Ryuichi Shimizu[8], V N Gluchschenko[9]

1. 東京大学大学院理学系研究科地殻化学実験施設、2. 三重大学、3. 福島県立医科大学、4. 大阪大学、5. 大阪工業大学、6. 千代田テクノル、7. ユニオンマテリアル、8. 大阪大学産連本部、9. カザフスタン核物理研究所
1. Geochemical Research Center, Graduate School of Science, University of Tokyo, 2. Graduate School of Engineering, Mie University, 3. Advanced Clinical Research Center, Fukushima Medical University, 4. Graduate School of Engineering, Osaka University, 5. Faculty of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology, 6. Chiyoda Technol corp., 7. Union Material Inc., 8. Office for University-Industry Collaboration, Osaka University, 9. Institute of Nuclear Physics, Almaty, Republic of Kazakhstan

ガンマ線スペクトルの解析によって土壌中のラジウム濃度を分析するための測定システムを開発したので報告する。ガンマ線計測には、日本学術振興会福島支援事業（2011年度～2016年度）で開発されたSrI_2(Eu)/MPPCディテクタ（以下ディテクタ）を用いた。室内において、遮蔽無しで上方を向けて測定を行うと、建材に使用されているコンクリート中のラジウム娘核種(214-ビスマスなど)からの強いガンマ線が測定されてしまうので、厚さ5cmの鉛ブロックによってディテクタを遮蔽した。これによりバックグラウンドを80%低減することができた。214-ビスマスのピーク面積を使って土壌中のラジウム濃度を決定するために、地球化学標準岩石試料JG-1（地質調査総合センター）を使って検量線を作成した。当日は、このシステムの問題点を解決するための議論を行う。

キーワード：土壌中ラジウム濃度、ガンマ線分光
Keywords: Soil Radium Concentration, Gamma-Ray Spectroscopy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

八代海海底活断層分布地域のラドン濃度分布
^{222}Rn concentration distribution in Yatsushiro Sea

*川端 訓代[1]、角森 史昭[2]、北村 有迅[1]、白鳳丸 KH18-3次研究航海乗船者一同
*Kuniyo Kawabata[1], Fumiaki Tsunomori[2], Yujin Kitamura[1], Hakuho-Maru K18-3 scientists

1. 鹿児島大学理工学研究科、2. 東京大学大学院理学系研究科地殻化学実験施設
1. Graduate School of Science and Engineering, KAGOSHIMA UNIVERSITY, 2. Geochemical Research Center, Graduate School of Science, University of Tokyo

平成28年熊本地震を引き起こした布田川-日奈久断層帯の南方延長にあたる八代海において水中ラドン濃度調査を行った．

ラドン（^{222}Rn）はウラン系列の放射性同位体であり，半減期3.82日でα線を放出して壊変する．岩石中で生成されたラドンは鉱物表面や鉱物境界に近い場所に存在する場合岩石の隙間や大気中に放出される．水に対する溶解度が高く岩石の間隙流体や地下水に用意に溶け込むことが知られている．この性質を利用し，近年では，水中ラドン濃度を利用し，活断層を含む断層帯と地下水の関係が議論されている（例えば，Malgrange and Gleeson, 2014, Tsunomori et al., 2017）．大規模な活断層はほぼ同じ位置で何度も破壊を繰り返している．このため，活断層による破砕帯は間隙率が高く地殻内で水の通路となるほか，周囲の母岩に比べて著しく鉱物や岩石の比表面積が高くなる（例えばChester et al., 2005; Ma et al., 2006）．母岩に比べ比表面積が大きい場合ラドン濃度が高くなると期待され，活断層の位置特定やその活動度の評価に関する研究が行われている（Tsunomori et al., 2017）．

九州西部に位置する八代海には多数の海底断層群が認められており，布田川・日奈久断層帯における日奈久断層帯の南西部「八代海区間」を構成している（地震調査研究推進本部）．本地域は平成28年4月に発生した熊本地震で活動した日奈久断層の延長にあたり，活断層分布域において浅部地震が発生しており，活動的な地域となっていると考えられる．2018年7月八代海において，熊本地震や歴史地震によって誘発された海底地滑り調査が行われた（白鳳丸KH-18-3）．我々は本調査航海に参加し，海底活断層の分布とラドン濃度分布の関係についての調査を行った．

ラドン濃度測定のための試料として，マルチコアの直上水，ピストンコアの直上水及び間隙水の採取を行った．ラドン濃度測定の結果，最も北に位置する測線上(Y18a)においてマルチコア直上水のラドン濃度が他のサイトより高くなる傾向が認められた．同様にピストンコアの直上水においてもY18a測線上のサイトのラドン濃度が高くなった．ラドン濃度が変化する理由として (1)堆積物に含まれるラジウム濃度の違い，(2)堆積物の粒径や間隙率などの物性が異なることが考えられる．後者は堆積物の種類が異なる，もしくは活断層の存在などによる堆積物の物性の差が生じると考えられる．Y18a測線は田浦-津奈木沖断層群のFA1断層（楮原他 2011）を横切っているため，ラドン濃度異常は活断層の影響が示唆される．本講演では活断層を含む海底下の構造や堆積岩のラジウム濃度分布とラドン濃度分布を比較し，ラドン濃度の差を生じさせる要因について議論を行う．

キーワード：水中ラドン濃度、海底活断層、八代海、ガンマ線測定、熊本地震
Keywords: Radon concentration in water, Submarine active fault, Yatsushiro sea, γ ray analysis, The 2016 Kumamoto earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_17

[S-CG55] 地殻流体と地殻変動

コンビーナ:北川 有一(産業技術総合研究所地質調査総合センター地震地下水研究グループ)、小泉 尚嗣(滋賀県立大学環境科学部)、梅田 浩司(弘前大学大学院理工学研究科)、角森 史昭(東京大学大学院理学系研究科地殻化学実験施設)

地殻内の浅部から深部にいたる流体とその収支や移動様式の理解およびその物理・化学モデルに関する議論を行う場を提供する。たとえば、以下のような分野を想定している。 1.地震発生に関わる領域の流体の状況、地震を含む地殻変動に伴う流体の物質・化学挙動の変化など、いわゆる断層流体物性の分野。 2.地下水の水位・水圧・水質から多孔質弾性論などを使って地殻変動を推定するための、いわゆる地震地下水の分野。 3.地殻深部から浅部にいたる流体の同位体的・化学的な特徴を測定し、フラックス定量を試みる、いわゆる地殻流体化学の分野。

[SCG55-P01] 神奈川県大井観測井における地震に伴う地下水位の応答に対するスラグテストモデルの応用

*Li Yang[1]、鵜川 元雄[1]、板寺 一洋[2]、原田 昌武[2] (1.日本大学、2.神奈川県温泉地学研究所)

[SCG55-P02] 2018年6月18日大阪府北部の地震（M6.1)にともなう宝塚観測点の地下水位・歪データの変化

*松本 則夫[1]、木口 努[1] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター)

[SCG55-P03] 草薙観測点の地震にともなう地下水位変化

*松本 則夫[1] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター地震地下水研究グループ)

[SCG55-P04] 震源断層周辺における地震前後のヘリウム同位体比の変化

*梅田 浩司[1] (1.弘前大学大学院理工学研究科)

神奈川県大井観測井における地震に伴う地下水位の応答に対するスラグテストモデルの応用

Application of slug test model to earthquake-related groundwater-level change in the Oi well Kanagawa Prefecture, Center Japan

*Li Yang[1]、鵜川 元雄[1]、板寺 一洋[2]、原田 昌武[2]
*Yang Li[1], Motoo Ukawa[1], Kazuhiro Itadera[2], Masatake Harada[2]

1. 日本大学、2. 神奈川県温泉地学研究所
1. Nihon University, 2. Hot Spring Research Institute of Kanagawa Prefecture

地震に伴う地下水位の上昇がしばしば報告されている。これまでの報告では地震による水位上昇量は数cmから数mで、その上昇に要する時間は数分間から数週間にも及ぶこともある。この幅広い水位上昇に対しては帯水層の圧密効果による間隙圧の上昇、透水性の変化による流量の増加、地震による静的なひずみ場の変化などのメカニズムが提案されている。しかし、観測された多様な水位上昇がこれらのメカニズムで説明できるかどうかはまだ未解明な点が多い。本研究では地震時に大井観測井で観測された時定数が数分間の水位上昇に注目し、スラグテストモデルを適用することにより、大井観測井周辺の帯水層の間隙圧が地震動に伴い急激に上昇したことを明らかにする。

大井観測井は神奈川県温泉地学研究所が神奈川県西部に設置した地下水位観測網に含まれる深度300 mの井戸である。井戸のスクリーン深度は270~300 mで、主要な帯水層は足柄層群の第四紀凝灰角礫岩である。井戸設置時に現場透水試験で得られた透水係数は5.5×*10-6 m/s*であり、貯留係数は3×*10-8*である。観測井内の水位は圧力水位計で1 Hzサンプリングのデジタルデータとして記録されている。大井観測井は大きい地震に伴って水位が上昇するという特徴がある。

これまでの私たちの研究で2011年から2016年の期間に大井観測井で地震に伴う水位上昇が5 cm以上の11イベントを抽出した。抽出されたイベントの地震の規模はMw　4.9~ 7.8、井戸までの震央距離は約30 kmから約5000 kmに及ぶ。観測された水位データから健さんされた水位上昇の時定数は100~400 sの範囲内である。

スラグテストは井戸と帯水層の透水性を測定する現場透水試験の一つである。このテストは井戸に急激水位を上昇させ、井戸内の水位が周りの帯水層の間隙圧と平衡状態になるまでの時系列から、井戸ー帯水層システムの透水係数を計算する方法である。私たちは地震後の帯水層内で間隙水圧の急激な上昇が起こると考え、地震による大井観測井の水位上昇過程に、スラグテストで用いられる理論モデルを適用した。なお大井観測井では地震後に水位が上昇するので、井戸内の水位を低下させるベイラーテストに対応している。

モデルを適用した結果では、大井観測井の水位上昇は水平等方的な流れの場合のスラグテストモデルの理論解で説明できることが分かった。また、理論曲線と観測された水位の時系列を比べると、透水係数は井戸の設置時に測定された値とその3倍の範囲に収まっている。この結果は大井観測井における水位上昇は地震動によって井戸が貫いている帯水層の間隙水圧の急激に上昇したことを強く示唆している。

本研究ではスラグテストモデルを用いて、時定数が数分間の地震に伴う水位上昇は帯水層内の間隙圧の急上昇が原因であり、水位上昇の時定数は井戸ー帯水層の間のシステムの時定数であることを明らかにした。また、間隙圧が上昇する具体的なメカニズムの解明は今後の課題として残っている。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：透水係数、地震、スラッグテスト
Keywords: Permeability, Eeathquake, Slug test

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2018年6月18日大阪府北部の地震（M6.1)にともなう宝塚観測点の地下水位・歪データの変化

Changes in groundwater level and borehole strain data associated with the 2018 Osaka Hokubu earthquake (M6.1) at the Takarazuka observatory

*松本 則夫[1]、木口 努[1]
*Norio Matsumoto[1], Tsutomu Kiguchi[1]

1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター
1. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

産総研では1996年に宝塚観測点において、水位計と坂田式孔井内三成分歪（ひずみ）計を設置した。この観測点は2018年6月18日の大阪府北部の地震（M6.1)の震源から約26kmに位置しており、同地震後の地下水位及び歪データの変化を観測した。観測した地下水位は地震時に約14cm低下し，その後急激な上昇傾向となった．1時間で約25cm上昇し，2日後まで約1m/日で上昇し、8日後に約4.2m上昇した．地下水位の変化は地震にともなう歪ステップやその後の歪データの変化では説明できない。過去20年余で観測した宝塚観測点における地震による地下水位や歪データの変化と大阪府北部の地震による変化を比較する。

キーワード：地下水位、歪、大阪府北部の地震
Keywords: groundwater level, strain, Osaka Hokubu earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

草薙観測点の地震にともなう地下水位変化
Changes in groundwater level at the Kusanagi observatory

*松本 則夫[1]
*Norio Matsumoto[1]

1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター地震地下水研究グループ
1. Tectono-Hydrology Research Group, Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

産総研では1994年に草薙観測点に深度250mの井戸を設置し、地下水位の観測を継続している。観測以来近傍で発生した中規模以上の地震や遠地で発生した巨大地震にともなって地下水位が変化した。地下水位の変化はすべて低下である。過去20年余で観測した草薙観測点における地震による地下水位と水位変化をもたらした地震との関係について議論する。

キーワード：地下水位、地震、草薙観測点
Keywords: groundwater level, earthquake, Kusanagi observatory

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

震源断層周辺における地震前後のヘリウム同位体比の変化
Spatial and temporal changes of $^{3}He/^{4}He$ ratios around a source region before and after an inland earthquake

*梅田 浩司[1]
*Koji Umeda[1]

1. 弘前大学大学院理工学研究科
1. Hirosaki University

Static stress change caused by the megathrust slip of the 2011 M_w 9.0 Tohoku-Oki earthquake considerably affected the seismicity pattern in inland areas, resulting in the occurrence of numerous earthquakes along several active faults in Japan. On June 30, 2011, the M_j 5.4 central Nagano earthquake occurred at a shallow depth of 5 km, indicating the reactivation of the Gofukuji fault in Central Japan. This study was undertaken to elucidate spatial and temporal changes of $^{3}He/^{4}He$ ratios around a source region before and after an inland earthquake using both new and existing helium isotope data from hot spring and drinking water wells. Most gas samples near the seismic source region are characterized by increase in postseismic $^{3}He/^{4}He$ ratios. In contrast, the postseismic ratios decrease by up to about 30 % away from the seismic source region. Episodic faulting could release accumulated crustal (radiogenic) helium from host rocks, or enhance the transfer of mantle volatiles through permeable fault zones, such that subsequent fluid flow proximal to the source region could then explain the spatio-temporal variations in $^{3}He/^{4}He$ ratios.

キーワード：2011年長野県中部地震、ヘリウム同位体
Keywords: 2011 central Nagano earthquake , helium isotopes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_30

[S-CG55] 地殻流体と地殻変動

コンビーナ:北川 有一(産業技術総合研究所地質調査総合センター地震地下水研究グループ)、小泉 尚嗣(滋賀県立大学環境科学部)、梅田 浩司(弘前大学大学院理工学研究科)、角森 史昭(東京大学大学院理学系研究科地殻化学実験施設)

地殻内の浅部から深部にいたる流体とその収支や移動様式の理解およびその物理・化学モデルに関する議論を行う場を提供する。たとえば、以下のような分野を想定している。 1.地震発生に関わる領域の流体の状況、地震を含む地殻変動に伴う流体の物質・化学挙動の変化など、いわゆる断層流体物性の分野。 2.地下水の水位・水圧・水質から多孔質弾性論などを使って地殻変動を推定するための、いわゆる地震地下水の分野。 3.地殻深部から浅部にいたる流体の同位体的・化学的な特徴を測定し、フラックス定量を試みる、いわゆる地殻流体化学の分野。

[SCG55-P01] 神奈川県大井観測井における地震に伴う地下水位の応答に対するスラグテストモデルの応用

*Li Yang[1]、鵜川 元雄[1]、板寺 一洋[2]、原田 昌武[2] (1.日本大学、2.神奈川県温泉地学研究所)

[SCG55-P02] 2018年6月18日大阪府北部の地震（M6.1)にともなう宝塚観測点の地下水位・歪データの変化

*松本 則夫[1]、木口 努[1] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター)

[SCG55-P03] 草薙観測点の地震にともなう地下水位変化

*松本 則夫[1] (1.産業技術総合研究所地質調査総合センター地震地下水研究グループ)

[SCG55-P04] 震源断層周辺における地震前後のヘリウム同位体比の変化

*梅田 浩司[1] (1.弘前大学大学院理工学研究科)

神奈川県大井観測井における地震に伴う地下水位の応答に対するスラグテストモデルの応用

Application of slug test model to earthquake-related groundwater-level change in the Oi well Kanagawa Prefecture, Center Japan

*Li Yang[1]、鵜川 元雄[1]、板寺 一洋[2]、原田 昌武[2]
*Yang Li[1], Motoo Ukawa[1], Kazuhiro Itadera[2], Masatake Harada[2]

1. 日本大学、2. 神奈川県温泉地学研究所
1. Nihon University, 2. Hot Spring Research Institute of Kanagawa Prefecture

地震に伴う地下水位の上昇がしばしば報告されている。これまでの報告では地震による水位上昇量は数cmから数mで、その上昇に要する時間は数分間から数週間にも及ぶこともある。この幅広い水位上昇に対しては帯水層の圧密効果による間隙圧の上昇、透水性の変化による流量の増加、地震による静的なひずみ場の変化などのメカニズムが提案されている。しかし、観測された多様な水位上昇がこれらのメカニズムで説明できるかどうかはまだ未解明な点が多い。本研究では地震時に大井観測井で観測された時定数が数分間の水位上昇に注目し、スラグテストモデルを適用することにより、大井観測井周辺の帯水層の間隙圧が地震動に伴い急激に上昇したことを明らかにする。

大井観測井は神奈川県温泉地学研究所が神奈川県西部に設置した地下水位観測網に含まれる深度300 mの井戸である。井戸のスクリーン深度は270~300 mで、主要な帯水層は足柄層群の第四紀凝灰角礫岩である。井戸設置時に現場透水試験で得られた透水係数は5.5×*10-6 m/s*であり、貯留係数は3×*10-8*である。観測井内の水位は圧力水位計で1 Hzサンプリングのデジタルデータとして記録されている。大井観測井は大きい地震に伴って水位が上昇するという特徴がある。

これまでの私たちの研究で2011年から2016年の期間に大井観測井で地震に伴う水位上昇が5 cm以上の11イベントを抽出した。抽出されたイベントの地震の規模はMw　4.9~ 7.8、井戸までの震央距離は約30 kmから約5000 kmに及ぶ。観測された水位データから健さんされた水位上昇の時定数は100~400 sの範囲内である。

スラグテストは井戸と帯水層の透水性を測定する現場透水試験の一つである。このテストは井戸に急激水位を上昇させ、井戸内の水位が周りの帯水層の間隙圧と平衡状態になるまでの時系列から、井戸ー帯水層システムの透水係数を計算する方法である。私たちは地震後の帯水層内で間隙水圧の急激な上昇が起こると考え、地震による大井観測井の水位上昇過程に、スラグテストで用いられる理論モデルを適用した。なお大井観測井では地震後に水位が上昇するので、井戸内の水位を低下させるベイラーテストに対応している。

モデルを適用した結果では、大井観測井の水位上昇は水平等方的な流れの場合のスラグテストモデルの理論解で説明できることが分かった。また、理論曲線と観測された水位の時系列を比べると、透水係数は井戸の設置時に測定された値とその3倍の範囲に収まっている。この結果は大井観測井における水位上昇は地震動によって井戸が貫いている帯水層の間隙水圧の急激に上昇したことを強く示唆している。

本研究ではスラグテストモデルを用いて、時定数が数分間の地震に伴う水位上昇は帯水層内の間隙圧の急上昇が原因であり、水位上昇の時定数は井戸ー帯水層の間のシステムの時定数であることを明らかにした。また、間隙圧が上昇する具体的なメカニズムの解明は今後の課題として残っている。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：透水係数、地震、スラッグテスト
Keywords: Permeability, Eeathquake, Slug test

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

2018年6月18日大阪府北部の地震（M6.1)にともなう宝塚観測点の地下水位・歪データの変化

Changes in groundwater level and borehole strain data associated with the 2018 Osaka Hokubu earthquake (M6.1) at the Takarazuka observatory

*松本 則夫[1]、木口 努[1]
*Norio Matsumoto[1], Tsutomu Kiguchi[1]

1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター
1. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

産総研では1996年に宝塚観測点において、水位計と坂田式孔井内三成分歪（ひずみ）計を設置した。この観測点は2018年6月18日の大阪府北部の地震（M6.1)の震源から約26kmに位置しており、同地震後の地下水位及び歪データの変化を観測した。観測した地下水位は地震時に約14cm低下し，その後急激な上昇傾向となった．1時間で約25cm上昇し，2日後まで約1m/日で上昇し、8日後に約4.2m上昇した．地下水位の変化は地震にともなう歪ステップやその後の歪データの変化では説明できない。過去20年余で観測した宝塚観測点における地震による地下水位や歪データの変化と大阪府北部の地震による変化を比較する。

キーワード：地下水位、歪、大阪府北部の地震
Keywords: groundwater level, strain, Osaka Hokubu earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

草薙観測点の地震にともなう地下水位変化
Changes in groundwater level at the Kusanagi observatory

*松本 則夫[1]
*Norio Matsumoto[1]

1. 産業技術総合研究所地質調査総合センター地震地下水研究グループ
1. Tectono-Hydrology Research Group, Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

産総研では1994年に草薙観測点に深度250mの井戸を設置し、地下水位の観測を継続している。観測以来近傍で発生した中規模以上の地震や遠地で発生した巨大地震にともなって地下水位が変化した。地下水位の変化はすべて低下である。過去20年余で観測した草薙観測点における地震による地下水位と水位変化をもたらした地震との関係について議論する。

キーワード：地下水位、地震、草薙観測点
Keywords: groundwater level, earthquake, Kusanagi observatory

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

震源断層周辺における地震前後のヘリウム同位体比の変化
Spatial and temporal changes of $^{3}He/^{4}He$ ratios around a source region before and after an inland earthquake

*梅田 浩司[1]
*Koji Umeda[1]

1. 弘前大学大学院理工学研究科
1. Hirosaki University

Static stress change caused by the megathrust slip of the 2011 M_w 9.0 Tohoku-Oki earthquake considerably affected the seismicity pattern in inland areas, resulting in the occurrence of numerous earthquakes along several active faults in Japan. On June 30, 2011, the M_j 5.4 central Nagano earthquake occurred at a shallow depth of 5 km, indicating the reactivation of the Gofukuji fault in Central Japan. This study was undertaken to elucidate spatial and temporal changes of $^{3}He/^{4}He$ ratios around a source region before and after an inland earthquake using both new and existing helium isotope data from hot spring and drinking water wells. Most gas samples near the seismic source region are characterized by increase in postseismic $^{3}He/^{4}He$ ratios. In contrast, the postseismic ratios decrease by up to about 30 % away from the seismic source region. Episodic faulting could release accumulated crustal (radiogenic) helium from host rocks, or enhance the transfer of mantle volatiles through permeable fault zones, such that subsequent fluid flow proximal to the source region could then explain the spatio-temporal variations in $^{3}He/^{4}He$ ratios.

キーワード：2011年長野県中部地震、ヘリウム同位体
Keywords: 2011 central Nagano earthquake , helium isotopes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_7

[S-CG58] 脆性延性境界と超臨界地殻流体：島弧地殻エネルギー

コンビーナ:土屋 範芳(東北大学大学院環境科学研究科環境科学専攻)、浅沼 宏(産業技術総合研究所・再生可能エネルギー研究センター)、小川 康雄(東京工業大学理学院火山流体研究センター)、長縄 成実(国立大学法人秋田大学)

メルトから延性岩体の生成，さらに脆性－延性境界領域での岩体の力学については，物質循環，地震発生機構，火山生成機構等の理解を進める上で重要であるが，断片的知識に限られ，特に力学的変化についてシステマティックには明らかにされていない．メルトの冷却は，火山体でのフラクチャー発生，火山性地震の発生原因の一つとも考えられるが，メルトから延性さらに脆性領域への変化過程を，地質学的，岩石力学的，さらに地球化学的に俯瞰する必要がある．本セッションでは，島弧－沈み込みシステムをエネルギーシステムとして捉えて，脆性－延性境界以深での，岩体組成，応力状態，き裂分布，冷却・加圧にともなう破壊挙動と地震発生メカニズム，岩石－水相互作用等についての科学的理解に関して現状報告と意見交換を行う．また，ここで得られた科学的知見をもとに，今後の研究の重点課題と問題解決のためのアプローチについて意見交換を行う．
　また，エネルギー抽出のためには，革新的掘削技術の開発が不可欠である．高温掘削の現況を把握し，地球科学分野に広く展開できる技術の情報交換の場としたい．

[SCG58-P01] Mechanical and hydrological properties of granite under supercritical fluid conditions

*北村 真奈美[1]、高橋 美紀[1] (1.産業技術総合研究所)

[SCG58-P02] Three-dimensional electrical resistivity structure of kuju Volcano, Central Kyushu, Japan revealed by Magnetotelluric survey data

*Sabry Abdallah[1]、Mitsuru Utsugi [1]、Koki Aizawa[2]、Makoto Uyeshima[3]、Wataru Kanda[4]、Takao Koyama[3] (1.Institute of geothermal science, Faculty of Science, Kyoto University、2.Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Sciences, Kyushu University、3.Earthquake Research Institute, The University of Tokyo、4.Volcanic Fluid Research Center, School of Science, Tokyo Institute of Technology)

[SCG58-P03] 熱発光探査法を用いた栗駒北部地域(赤湯又）における地熱探査(予報)

*岡野 広樹[1]、平野 伸夫[1]、土屋 範芳[1] (1.東北大学環境科学研究科)

[SCG58-P04] 多成分溶液の光散乱現象を用いた臨界点決定方法の実験的研究

*平野 伸夫[1]、大島 悠太[1]、岡本 敦[1]、土屋 範芳[1] (1.東北大学大学院環境科学研究科)

[SCG58-P05] Transport and Reaction Behavior of Supercritical Geofluid Revealed by Porphyry Copper Deposit

*Geri Agroli[1]、Noriyoshi Tsuchiya[1] (1.Tohoku University)

[SCG58-P06] Characteristics of precipitation of amorphous silica and its influences on permeability of fractured granite in superhot geothermal environments

*阿部 光[1]、渡邉 則昭[1]、中村 謙吾[1]、岡本 敦[1]、駒井 武[1] (1.東北大学大学大学院環境科学研究科)

[SCG58-P07] **Evolution and The Total Budget of Fluid in Granitic Magma through Magmatism and Volcanism in The Subduction Zone, NE Japan**

*Fajar Febiani Amanda[1]、Ryoichi Yamada[2]、Satoshi Okumura[2]、Masaoki Uno[1]、Noriyoshi Tsuchiya[1] (1.Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University、2.Graduate School of Science, Tohoku University)

[SCG58-P08] **Porosity generation during feldspar replacement as the mark of potassium-rich supercritical fluids on the top of granitic intrusion**

*Astin Nurdiana[1]、Atsushi Okamoto[1]、Masaoki Uno[1]、Kenta Yoshida[2]、Noriyoshi Tsuchiya[1] (1.Tohoku University、2.Japan Agency for Marine-earth Science and Technology)

[SCG58-P09] Quantitative evaluation of fracture distribution in granite and the relationship between fracture distribution and physical properties

*角野 愛美[1]、上原 真一[2]、高橋 美紀[3]、北村 真奈美[3] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科環境システム学専攻、2.東邦大学理学部生命圏環境科学科、3.国立研究開発法人産業技術総合研究所)

Mechanical and hydrological properties of granite under supercritical fluid conditions

*北村 真奈美[1]、高橋 美紀[1]
*Manami Kitamura[1], Miki Takahashi[1]

1. 産業技術総合研究所
1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

To extract geothermal energy effectively and safely from magma and/or adjacent hot rock, we need to tackle many issues which require new technology development. One of them we are targeting on is to develop a technology to mitigate induced-earthquakes. It is required to understand roles of factors on occurrences of the induced-earthquake (e.g., strength, crack density, and fluid-rock reaction) and their intercorrelations (e.g., *Asanuma* et al., 2012).

Our purpose of this series of experiments is to clarify a relationship between the rock strength and the fracture density under hydrothermally supercritical conditions. We conducted triaxial deformation test on intact granite rock strength under high-temperature (250 –750˚C), high-pressure (104 MPa) condition at a constant load velocity (0.1 μm/sec) using a gas-rig at GSJ, AIST. We used Oshima granite, which has initially ~0.55% of the porosity, 4.95±1.01 km/s in Vp at dry condition (dry). All experimental products showed brittle feature having several oblique fracture surfaces, but both value of peak stress and amount of stress drop became smaller at higher temperature. Additionally, Young’ s modulus decreases with increasing the temperature from 57.4 GPa at 250˚C to 32.3 GPa at 750˚C. At 400˚C, the stress drop accelerated the deformation with ~98 times faster velocity than that at load-point. In contrast, at 650˚C and 750˚C, the velocity during stress drop kept the same order of the load-point velocity. Therefore, the deformation feature may start to be of ductile when the temperature exceeds 650˚C. The microstructures of samples deformed at 400˚C and 550˚C showed the shear zone with the grain reduction. In contrast, for the samples deformed at 650˚C and 750˚C, we partly observed the sintered structure at grain boundaries among feldspar gouge. The sintered structure at >650°C might be the cause of the slow stress drop. Highly dense cracked granite specimens were formed by a rapid decompression test (RDT) using an autoclave settled at Tohoku University (*Kitamura & Takahashi*, 2017AGU; *Takagi* et al., 2017GRC Trans.), caused by a reduction of the fluid pressure within 2 seconds from vapor/supercritical state pressure (10 –48 MPa, 550 ˚C) to ambient pressure. X-ray CT scanning on the specimens after RDT showed that numerous microcracks were generated in them (see details in *Takahashi & Kitamura*, 2018, annual meeting of Geological Soc. Japan). The RDT imposed the porosity increasing towards 3.91 % and Vp decreasing towards 1.46±0.22 km/s (dry). We conducted the permeability measurement on fractured granites after RDT with the porosity of 2.1 –2.7% under a combined condition of 400 ˚C in temperature, 104 MPa in confining pressure, 39 –99 MPa in pore fluid pressure (P_p). Permeability measured by pore pressure oscillation method decreases from 1.3×10^{-16} m^2 at P_p of 99 MPa to 2.6×10^{-18} m^2 at P_p of 39 MPa for the permeable case. Permeability on fractured granite of 2.1% in porosity at room temperature (RT) show relatively lower permeability than those at 400°C except for at P_p of 99 MPa. Permeability at RT rapidly decreases from 1.0×10^{-15} m^2 at P_p of 99 MPa to 1.0×10^{-18} m^2 at P_p of 84 MPa, and then reaches 5.8×10^{-19} m^2 at P_p of 99 MPa. In the meeting, we will show additional results of permeability tests on fractured granites under various high temperature conditions.

キーワード：超臨界流体、地熱、花崗岩

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: supercritical fluid, geothermal, granite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Three-dimensional electrical resistivity structure of kuju Volcano, Central Kyushu, Japan revealed by Magnetotelluric survey data

*Sabry Abdallah[1], Mitsuru Utsugi [1], Koki Aizawa[2], Makoto Uyeshima[3], Wataru Kanda[4], Takao Koyama[3]

1. Institute of geothermal science, Faculty of Science, Kyoto University, 2. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Sciences, Kyushu University, 3. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 4. Volcanic Fluid Research Center, School of Science, Tokyo Institute of Technology

The Kuju volcano is located in south western part of Oita prefecture, Japan , and is one of the important geothermal areas in Japan. It has began to erupt on October 11,1995 at the eastern flank of Mt. Hossho, which is in the central part of Kuju volcano. Second eruption started again in the middle of December, 1995, producing an ash volume of about 5000 m^3. Iwoyama is the central part Kuju Volcano and considered to be one of the most hydrothermal active hydrothermal field in Japan. Geothermal areas beneath active volcanoes may have an important role in geothermal energy development in the future. so it is important to monitor and clarify the thermal and hydrologic processes occurring beneath volcanoes. Magnetotelluric (MT) investigation is an important tool to identify the subsurface resistivity structure using natural variation in the electromagnetic field, therefore it is convenient to for the hydrothermal system investigation. We applied a Wide-band MT survey method to identify the structures associated with the hydrothermal systems beneath Kuju volcano. MT field survey data were collected at 63 observation points around the Kuju volcano from September to October 2015. Fourier Transform(FT) applied to the collected data to reduce the background noise associated with Power supply of 60 Hz and other noises associated with higher frequencies. Inverse FT was applied to the data to transform from frequency-domain to time-domain data. The 3-D resistivity structure model is obtained by inverting the MT impedance using ModEM code (Kelbert, A. et al., 2014). The primary 3-D resistivity structure model clarified that, a resistive structure (100-300 Ω.m) prevail the most of Kuju Volcano area. A very conductive structure (~1Ω.m) exists around Iowyama-Kuju area and extends with the depth towards the south-east part of Iowyama. In comparison with the previous studies, the resistive structure can be interpreted as lava and pyroclastic deposits, whereas the conductive structure around Iowyama-Kuju area is maybe corresponds to aquifers and altered layers.

Keywords: MT survey at Volcanic areas, 3D MT inversion, Hydro-thermal energy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

熱発光探査法を用いた栗駒北部地域(赤湯又）における地熱探査(予報)
Preliminary Report on Themoluminescence Geothermal Exploration in Northern Area of Mt. Kurikoma (Akayumata-River), NE Japan.

*岡野 広樹[1]、平野 伸夫[1]、土屋 範芳[1]
*Hiroki Okano[1], Nobuo Hirano[1], Noriyoshi Tsuchiya[1]

1. 東北大学環境科学研究科
1. Graduate School of Environmental Studies Tohoku University

熱発光法（TL法）は、鉱物を加熱し発光を分析することで、鉱物中に蓄えられた放射線量を評価する手法である。熱的影響によって鉱物中の蓄積線量が変化することを利用し地熱評価を行う。本研究では栗駒北部地域を対象とし、地質調査を行い、熱発光分析や変質鉱物の検討を行った。

調査地域は新規火山岩類として高松岳溶岩類が高松岳周辺に分布し、下位には新第三紀の虎毛山凝灰岩層、赤湯又沢の温泉湧出点付近には泥岩からなる泥湯層が分布している。サンプルは虎毛山凝灰岩、および泥湯層から33個採取した。

TL分析の結果、赤湯又沢の温泉湧出点付近より下流でTL異常が確認された。しかし湯ノ又温泉付近ではTLの変化は見られなかった。赤湯又沢では沸騰した温泉が数か所から湧出しているのに対して、湯ノ又温泉は50℃ほどの温泉が1か所から湧出しているのみであった。1985~2015年における地震震源分布では、赤湯又、湯ノ又両地点の直下2~7kmの浅いところで震源クラスタが確認され、流体の存在が考えられる。また赤湯又沢では泥湯層が局所的な背斜構造により露出している。これらの構造に付随するき裂や断層に伴い、地下の熱水が地表に湧出している流路構造を予測することができる。

変質鉱物は虎毛山層、泥湯層ともに緑泥石、セリサイトなどによるグリーンタフ変質が確認された。また赤湯又沢の温泉湧出点付近ではカオリナイト、湯ノ又温泉付近と赤湯又沢の上流ではローモンタイトが認められる。TL異常はカオリナイトの分布には調和的であるが、ローモンタイトの分布とは異なっている。このことから、TLは変質鉱物とは異なった、温度時間影響についての情報を持っていることが予測される。今後より詳細な地下構造を調査しTLの温度依存性について定量的な分析を重ねることで、地表面のTLがもたらす情報の精度を高めることができると期待される。

キーワード：熱発光、地熱探査、物理探査
Keywords: thermoluminescence, geothermal exploration, geophysical exploration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

多成分溶液の光散乱現象を用いた臨界点決定方法の実験的研究
Experimental Study of Critical Point Determination for Multicomponent Fluids using light-scattering Spectroscopic Method

*平野 伸夫[1]、大島 悠太[1]、岡本 敦[1]、土屋 範芳[1]
*Nobuo Hirano[1], Yuta Oshima[1], Atsushi Okamoto[1], Noriyoshi Tsuchiya[1]

1. 東北大学大学院環境科学研究科
1. Graduate School of Environmental studies, Tohoku University

地殻流体は様々な地殻構成物質と反応した後の多成分流体であり、地球内部では超臨界状態にある場合が多い。これらの条件下での流体 - 岩石反応を知るためには、地殻流体の臨界点（CP）と相状態を知ることが非常に重要となる。しかし、地殻流体や海水など多成分流体の臨界点を流体成分を用いた状態方程式（EOS）による計算で直接決定することは困難であり、実験的に決定する必要がある。

超臨界流体中の分子は不均一に分布しており、流体中に密度の高い領域や疎な領域を形成することが知られている。このような分子分布の不均一性は密度ゆらぎと呼ばれ、この揺らぎの度合いはその流体のCP付近でで最大となることが知られている。

H_2OおよびCO_2のような純粋な物質については密度揺らぎを原因とする臨界タンパク光が亜臨界から超臨界への遷移において発現することが報告されており，分光学的に観察する事ができる。したがって、多成分流体においてもこのような変化を分光法で観察できれば、ＣＰ値を推定することが可能であると考えられる。

本研究の目的は、亜臨界/超臨界遷移状態にある多成分流体の溶液を分光学的に観察することにより，そのCPを容易に決定するための新しい測定技術/手順を確立することである。

キーワード：臨界点決定、多成分流体、超臨界流体、散乱光分光
Keywords: decision of critical point, multicomponent fluid, supercritical fluid, scatter spectroscopy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Transport and Reaction Behavior of Supercritical Geofluid Revealed by Porphyry Copper Deposit

*Geri Agroli[1], Noriyoshi Tsuchiya[1]

1. Tohoku University

Supercritical geothermal reservoir (SCGR) is a novel system in the geothermal field. Recently this geothermal system got a lot of attention from scholar since the successful of IDDP that encountered the supercritical fluid in Reykjanes and Krafla geothermal field. SCGR is promising exploited geothermal resource in the near future with several benefits in the economic and technical aspect. However the limited access to geological properties of SCGR system to optimize the potential of the system as well as to address the issue of the system lead us to investigate the natural analog that suitable with this system, Instead of we spend huge money for drilling activity. Porphyry copper deposit is a suitable candidate for SCGR analog where magma ascent from deep mantle and fluid infiltrate a ductile rock mass at ~600˚C, and stock work fracture as an important fluid pathway developed intensively.

The research was conducted on the largest porphyry copper deposit in northern Mongolia called Erdenet deposit. We used 700m depth drill core samples from an open pit. Based on texture and mineralogy, lithology of Erdenet comprises of quartz porphyry and granodiorite porphyry at shallow and deep level consecutively. Mineral assemblages of Quartz porphyry are qtz-ser-py-cp±cal and chl-plg-qtz±kfs for Granodiorite porphyry. Stockwork vein system can be well observed on certain samples and Er-22 (569.9m) reveal distinct vein generation process and evolution based on cross-cutting relationship. Qtz-Mo vein precipitated at the beginning of the process followed by the formation qtz-py±cp vein and those 2 vein type cut by qtz±cal vein. Fluid activity was investigated by several analytical techniques to measure mineral composition to further obtain thermodynamics properties (P-T conditions). Host rock crystallize at temperature 389-861˚C (measurement point from core to rim) using Ti-in-Quartz geothermometer under lithostatic pressure derived from a cotectic line in the Qz-Ab-Or ternary diagram. The similar methods perform to obtain quartz precipitation temperature of qtz-mo vein and the result show vein was precipitated at 323-678˚C (measurement point from core to rim). Fluid inclusion is a useful technique to determine the precipitation of the other two vein type. Qtz-py±cp vein homogenizes at temperature 147.8-358.9˚C with median 251.9˚C but the pressure regime and salinity of fluid are difficult to measure due to most of the inclusion size is less than 5μm. The last fluid activity marked by the presence of qtz±cal that cut all of the previous veins. The homogenization temperature is less than 200˚C.

The distribution of vein in the granodiorite porphyry system in Erdenet revealed the evolution of fluid in order to understand the geological properties of a supercritical geothermal reservoir. The emplacement of granodiorite at >600˚C followed by formation of qtz-mo vein that interpreted to have formed in the supercritical regime at 500-600˚C under lithostatic pressure and subsequent pressure drop to hydrostatic condition induce qtz-py±cp vein formation due to drop of silica solubility. Lithostatic to hydrostatic pressure shifting indicate by the presence of pervasive sericite alteration imply meteoric water had circulated into the system. The temperature of the system keeps decrease and precipitation of qtz±cal occurred as the last product on this system. Erdenet Cu-Mo provides a lesson regarding on fluid process and development of supercritical geothermal activity and strong candidate as a natural analog for advanced scientific studied in the future.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: supercritical geothermal reservoir, erdenet, porphyry deposit, fluid inclusion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Characteristics of precipitation of amorphous silica and its influences on permeability of fractured granite in superhot geothermal environments

*阿部 光[1]、渡邉 則昭[1]、中村 謙吾[1]、岡本 敦[1]、駒井 武[1]
*Hikaru Abe[1], Noriaki Watanabe[1], Kengo Nakamura[1], Atsushi Okamoto[1], Takeshi Komai[1]

1. 東北大学大学大学院環境科学研究科
1. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University

Superhot geothermal environments (above ca. 400˚C) represent a new geothermal energy frontier. However, the networks of permeable fractures capable of storing and transmitting fluids are likely to sealed by a rapid precipitation of amorphous silica in response to an occurrence of high-level of supersaturation for amorphous silica due to a phase change between liquid water, steam, and supercritical water. Here we report results of two sets of hydrothermal precipitation experiments at 400-500 ˚C and 20-35 MPa, which were respectively conducted to investigate characteristics of precipitation of amorphous silica and its influences on permeability of fractured granite in superhot geothermal environments. In the first set of the precipitation experiments, liquid water with a prescribed Si concentration, which was prepared from water that dissolved granite at 360 ˚C and 35 MPa, was injected to a stainless-steel pipe, in which amorphous silica was precipitated at a prescribed combination of temperature (400-500 ˚C), pressure (20-35 MPa) and degree of saturation (1.5-2.5). As a result, spherical particles of amorphous silica of <10 μm (typically, 0.2-1.0 μm) were precipitated at all conditions. These particles tended to become smaller and aggregated with increasing temperature or degree of saturation (i.e., with increasing rate of nucleation), while there was no significant influence of pressure. Based on this finding, the second set of the precipitation experiments to investigate influences of the amorphous silica particles on permeability of fractured granite was conducted at 450°C, 25 MPa, and different degrees of saturation. The above-mentioned liquid water with a prescribed Si concentration was injected into a thermally fractured granite containing multiple fractures at an effective confining stress of 10 MPa, where initial permeability of the fractured granite was relatively high (ca. 10^{-16} m^2) because of the presence of fractures having relatively large apertures of >10 μm. As a result, permeability did not decrease with time at both conditions for the formations of larger and dispersed particles, and smaller and aggregated particles. This finding indicates that precipitation of amorphous silica does not always reduce permeability of fractured granite immediately, and silica particles will move to other locations after its formation. Therefore, in producing superhot geothermal energy, amorphous silica particles will be produced via a production well or will be trapped within fractured granite having a relatively lower initial permeability, therefore relatively smaller apertures. Although the present study has not been completed yet, it is suggested that in case of a superhot geothermal reservoir with permeability aperture large enough to transmit the amorphous silica particle, the permeability may not be destroyed even if precipitation of amorphous silica occurs rapidly.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Evolution and The Total Budget of Fluid in Granitic Magma through Magmatism and Volcanism in The Subduction Zone, NE Japan

*Fajar Febiani Amanda[1], Ryoichi Yamada[2], Satoshi Okumura[2], Masaoki Uno[1], Noriyoshi Tsuchiya[1]

1. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, 2. Graduate School of Science, Tohoku University

Fluids (especially water) are carried by oceanic plates which are subducted into the depth of the mantle and released through the dehydration process. Water migrates upward and contributes to the melting of the mantle wedge in the formation of an arc magma. The formation of volcanoes and igneous rocks as plutons in the arc magma produces geothermal energy sources and the formation of ore mineral deposits. Throughout its migration within the crust, the fluid evolves both in temperature and pressure, composition and amount. These fluid traces can be found among the minerals as melt and/or fluid inclusions in volcanic products, igneous plutons, and the veinlets. In this study, water budget estimated on the crust by determining the condition of P-T and composition of fluids in the volcanic rocks and igneous plutons including the host rock and veinlets.

Samples were taken from caldera fill sediment and porphyry copper deposits in NE Japan region. The P-T condition and fluid composition are measured from the melt inclusion in quartz from the caldera fill sediments and fluid inclusions in the granite intrusion and the veinlets. The sample is divided into several types, namely volcanic rock samples from caldera fill sediment, granite from porphyry copper deposits, and the veinlets contained in the granite body including quartz vein, glassy vein, and hydrothermal breccia vein. In volcanic rock samples, quartz crystals were picked, encased in resin and polished for major element and water content analysis. In granite samples and veinlets, the rock thin sections were made for fluid inclusion microthermometry analysis and fluid diffusion analysis using apatite mineral. Water budget in the upper crust is estimated from caldera fill sediments to be 2.3–7.6 t /yr/m. Water budget in the deeper part of the crust can then be determined from porphyry copper deposits.

Keywords: water budget, fluid evolution, melt inclusion, fluid inclusion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Porosity generation during feldspar replacement as the mark of potassium-rich supercritical fluids on the top of granitic intrusion

*Astin Nurdiana[1], Atsushi Okamoto[1], Masaoki Uno[1], Kenta Yoshida[2], Noriyoshi Tsuchiya[1]

1. Tohoku University, 2. Japan Agency for Marine-earth Science and Technology

Feldspar replacement is prevalent process within the crust which has been studied for decades. In particular, it is known that feldspar is texturally sensitive to an interaction with fluids, and the process often results in by the pore generation. Recently, Plümper, et al. (2017) proposed that such reaction-induced nanoporosity plays significant roles in pervasive fluid flow in the crusts, yet it is still unclear until what extent nanoporosity commonly presents and is affected by the feldspar replacement. In this study, we report novel pore structures that have been produced during feldspar replacement in the hornblende schist around the granitoid body.

The Kinkasan Island, which is part of southern Kitakami Mountains, mainly consists of the Cretaceous granitoid bodies with abundant pegmatite dikes, and metamorphic sequences, including hornblende (Hbl) schists and biotite schists. Quartz diorite, as the host plutonic body, and metamorphic rocks were formed under the conditions estimated to be 700-750˚C and 610-660˚C in 0.37-0.42 GPa, respectively. The Hbl schists are often cut by thin alkali feldspar veins in direction perpendicular to the foliation. In the matrix, primordial plagioclase grains (An48Ab52Or0) are generally replaced by patchy grains of albite (An4Ab94Or2) and alkali feldspar (An0Ab1Or99). The mass balance analyses of the plagioclase and alteration products show the gains of Si, K, and fewer Na, also loss of Ca and Al, indicating that feldspar replacement was induced by infiltration of the potassium-rich fluids (the K/Na molar ratio of 3). The detail observations by FIB-SEM reveal that the replacement process yields extensive amount of pore with throat size of ~0.1 –5 μm. These pores preferentially formed along the grain boundaries of newly-produced albite. Generally, the pores distribute throughout all the plagioclase grains without preference for matrix grain boundary, and formed 3D pore network that seems barely to continue. However, it increased the porosity of the rock up to ~2%. These features of pores related to the feldspar replacement suggests the importance of the reactive fluid infiltration through low-permeability metamorphic rocks, likewise give a new insight on how fluid propagation generate micro-to nano-scale porosity.

Reference: Plümper et al., 2017. Nature geoscience, 10, 685-690.

Keywords: feldspar replacement, pore network, potassium-rich fluids, fluid transport, FIB-SEM

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Quantitative evaluation of fracture distribution in granite and the relationship between fracture distribution and physical properties

*角野 愛美[1]、上原 真一[2]、高橋 美紀[3]、北村 真奈美[3]
*Manami Kadono[1], Shin-ichi Uehara[2], Miki Takahashi[3], Manami Kitamura[3]

1. 東京大学大学院新領域創成科学研究科環境システム学専攻、2. 東邦大学理学部生命圏環境科学科、3. 国立研究開発法人産業技術総合研究所
1. Department of Environment Systems, Graduate School of frontier Science, The University of Tokyo, 2. Department of Enviroment Science, Faculty of Science, Toho University, 3. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Recently, geothermal uses in the depth below the brittle-ductile boundary have been considered for collecting geothermal energy more efficiently than conventional geothermal uses [1]. One of them is supercritical geothermal power generation, which uses supercritical fluid of higher temperature and pressure than conventional type, and therefore output per power plant is expected to be increased [2]. In this geothermal development, there is a plan to artificially create geothermal reservoirs when the geothermal fluid enough for the power generation capacity does not exist in the rock. These artificial reservoirs are planned to be created through processes such as cooling rocks by water injection, emergence of brittle region, causing hydraulic fracturing, and then emergence of high permeability region. Here, crack generation and propagation by injecting water and cooling rock have some possibility of inducing earthquakes. Therefore, it is important to elucidate properties of crack generation and propagation in the rock in this situation. However, these properties have not been understood enough. In addition, clarifying the relationship between properties of crack distributions and elastic wave velocities, which is not established so far, may be of useful for investigating the crack distributions at actual geothermal development sites by elastic wave explorations.
In this study, we generate cracks in granite specimens by heating them up to 550℃ then cooling, and we clarified the relationship between the cooling rate and the conditions of crack distributions in the specimens. We also tried to clarify the relation between the crack conditions and physical properties such as (elastic wave velocity, porosity and elastic properties derived from the elastic wave velocities) .
Cylindrical specimens (20 mm in the diameter and 40 mm in the length) of granite from Oshima, Ehime Prefecture (initial porosity: <0.38 %, P and S wave velocity (V_P), (V_S) under water saturated condition: 5.96±0.14, 3.10±0.10 km/s, respectively) were used for the experiments. After being heated the specimens, were cooled in three ways with different cooling rates for the surface temperature (approximately 3.3 ℃/min, 17.7℃/min, and 516 ℃/sec). Observations of X-ray CT images revealed that microscopic cracks were generated in the specimens after the heating-cooling processes. Cracks were extracted from this CT images and the number of cracks was measured. The number of cracks per image (20 mm×40 mm) N was $600 < N < 2600$, and the faster the cooling rate was, the larger N per unit area was. This is probably because faster cooling rate causes the greater temperature difference between the center and surface of specimens, which causes larger difference in the degree of shrinkage of the minerals constituting the specimens, and then the minerals are easier to be separated from each other. When N is lager, the porosity is larger (0.60 - 0.82%), and V_P and V_S are smaller (4.63 - 4.86 and 1.69 - 2.15 km/s, respectively). Bulk modulus and shear modulus were decreased from 61 - 65 to 45 - 48 GPa and 24 - 26 to 7 - 13 GPa, respectively, through the heating-cooling processes. In the presentation, we will investigate the relationship between p, a parameter representing the distribution propability of cracks defined by Hestir & Long [3], and physical properties.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

References
[1] Muraoka, H., Asanuma, H., Ito, H., 2013, geoscience magazine, 343 - 361.
[2] Yonekura, H., 2016, "TSC Foresight geothermal power generation" overview, https://www.nedo.go.jp/content/100789529.pdf, 1 - 33.
[3] Hestir, K., and Long, J., 1990, Journal of geophysical research, vol. 95, 21, 565 - 21, 581.

キーワード：花崗岩、亀裂、地熱
Keywords: Granite, Fracture, Geothermal

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_31

[S-CG58] 脆性延性境界と超臨界地殻流体：島弧地殻エネルギー

コンビーナ:土屋 範芳(東北大学大学院環境科学研究科環境科学専攻)、浅沼 宏(産業技術総合研究所・再生可能エネルギー研究センター)、小川 康雄(東京工業大学理学院火山流体研究センター)、長縄 成実(国立大学法人秋田大学)

メルトから延性岩体の生成，さらに脆性－延性境界領域での岩体の力学については，物質循環，地震発生機構，火山生成機構等の理解を進める上で重要であるが，断片的知識に限られ，特に力学的変化についてシステマティックには明らかにされていない．メルトの冷却は，火山体でのフラクチャー発生，火山性地震の発生原因の一つとも考えられるが，メルトから延性さらに脆性領域への変化過程を，地質学的，岩石力学的，さらに地球化学的に俯瞰する必要がある．本セッションでは，島弧－沈み込みシステムをエネルギーシステムとして捉えて，脆性－延性境界以深での，岩体組成，応力状態，き裂分布，冷却・加圧にともなう破壊挙動と地震発生メカニズム，岩石－水相互作用等についての科学的理解に関して現状報告と意見交換を行う．また，ここで得られた科学的知見をもとに，今後の研究の重点課題と問題解決のためのアプローチについて意見交換を行う．
　また，エネルギー抽出のためには，革新的掘削技術の開発が不可欠である．高温掘削の現況を把握し，地球科学分野に広く展開できる技術の情報交換の場としたい．

[SCG58-P01] Mechanical and hydrological properties of granite under supercritical fluid conditions

*北村 真奈美[1]、高橋 美紀[1] (1.産業技術総合研究所)

[SCG58-P02] Three-dimensional electrical resistivity structure of kuju Volcano, Central Kyushu, Japan revealed by Magnetotelluric survey data

*Sabry Abdallah[1]、Mitsuru Utsugi [1]、Koki Aizawa[2]、Makoto Uyeshima[3]、Wataru Kanda[4]、Takao Koyama[3] (1.Institute of geothermal science, Faculty of Science, Kyoto University、2.Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Sciences, Kyushu University、3.Earthquake Research Institute, The University of Tokyo、4.Volcanic Fluid Research Center, School of Science, Tokyo Institute of Technology)

[SCG58-P03] 熱発光探査法を用いた栗駒北部地域(赤湯又）における地熱探査(予報)

*岡野 広樹[1]、平野 伸夫[1]、土屋 範芳[1] (1.東北大学環境科学研究科)

[SCG58-P04] 多成分溶液の光散乱現象を用いた臨界点決定方法の実験的研究

*平野 伸夫[1]、大島 悠太[1]、岡本 敦[1]、土屋 範芳[1] (1.東北大学大学院環境科学研究科)

[SCG58-P05] Transport and Reaction Behavior of Supercritical Geofluid Revealed by Porphyry Copper Deposit

*Geri Agroli[1]、Noriyoshi Tsuchiya[1] (1.Tohoku University)

[SCG58-P06] Characteristics of precipitation of amorphous silica and its influences on permeability of fractured granite in superhot geothermal environments

*阿部 光[1]、渡邉 則昭[1]、中村 謙吾[1]、岡本 敦[1]、駒井 武[1] (1.東北大学大学大学院環境科学研究科)

[SCG58-P07] **Evolution and The Total Budget of Fluid in Granitic Magma through Magmatism and Volcanism in The Subduction Zone, NE Japan**

*Fajar Febiani Amanda[1]、Ryoichi Yamada[2]、Satoshi Okumura[2]、Masaoki Uno[1]、Noriyoshi Tsuchiya[1] (1.Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University、2.Graduate School of Science, Tohoku University)

[SCG58-P08] **Porosity generation during feldspar replacement as the mark of potassium-rich supercritical fluids on the top of granitic intrusion**

*Astin Nurdiana[1]、Atsushi Okamoto[1]、Masaoki Uno[1]、Kenta Yoshida[2]、Noriyoshi Tsuchiya[1] (1.Tohoku University、2.Japan Agency for Marine-earth Science and Technology)

[SCG58-P09] Quantitative evaluation of fracture distribution in granite and the relationship between fracture distribution and physical properties

*角野 愛美[1]、上原 真一[2]、高橋 美紀[3]、北村 真奈美[3] (1.東京大学大学院新領域創成科学研究科環境システム学専攻、2.東邦大学理学部生命圏環境科学科、3.国立研究開発法人産業技術総合研究所)

Mechanical and hydrological properties of granite under supercritical fluid conditions

*北村 真奈美[1]、高橋 美紀[1]
*Manami Kitamura[1], Miki Takahashi[1]

1. 産業技術総合研究所
1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

To extract geothermal energy effectively and safely from magma and/or adjacent hot rock, we need to tackle many issues which require new technology development. One of them we are targeting on is to develop a technology to mitigate induced-earthquakes. It is required to understand roles of factors on occurrences of the induced-earthquake (e.g., strength, crack density, and fluid-rock reaction) and their intercorrelations (e.g., *Asanuma* et al., 2012).

Our purpose of this series of experiments is to clarify a relationship between the rock strength and the fracture density under hydrothermally supercritical conditions. We conducted triaxial deformation test on intact granite rock strength under high-temperature (250 –750˚C), high-pressure (104 MPa) condition at a constant load velocity (0.1 μm/sec) using a gas-rig at GSJ, AIST. We used Oshima granite, which has initially ~0.55% of the porosity, 4.95±1.01 km/s in Vp at dry condition (dry). All experimental products showed brittle feature having several oblique fracture surfaces, but both value of peak stress and amount of stress drop became smaller at higher temperature. Additionally, Young’ s modulus decreases with increasing the temperature from 57.4 GPa at 250˚C to 32.3 GPa at 750˚C. At 400˚C, the stress drop accelerated the deformation with ~98 times faster velocity than that at load-point. In contrast, at 650˚C and 750˚C, the velocity during stress drop kept the same order of the load-point velocity. Therefore, the deformation feature may start to be of ductile when the temperature exceeds 650˚C. The microstructures of samples deformed at 400˚C and 550˚C showed the shear zone with the grain reduction. In contrast, for the samples deformed at 650˚C and 750˚C, we partly observed the sintered structure at grain boundaries among feldspar gouge. The sintered structure at >650°C might be the cause of the slow stress drop. Highly dense cracked granite specimens were formed by a rapid decompression test (RDT) using an autoclave settled at Tohoku University (*Kitamura & Takahashi*, 2017AGU; *Takagi* et al., 2017GRC Trans.), caused by a reduction of the fluid pressure within 2 seconds from vapor/supercritical state pressure (10 –48 MPa, 550 ˚C) to ambient pressure. X-ray CT scanning on the specimens after RDT showed that numerous microcracks were generated in them (see details in *Takahashi & Kitamura*, 2018, annual meeting of Geological Soc. Japan). The RDT imposed the porosity increasing towards 3.91 % and Vp decreasing towards 1.46±0.22 km/s (dry). We conducted the permeability measurement on fractured granites after RDT with the porosity of 2.1 –2.7% under a combined condition of 400 ˚C in temperature, 104 MPa in confining pressure, 39 –99 MPa in pore fluid pressure (P_p). Permeability measured by pore pressure oscillation method decreases from 1.3×10^{-16} m^2 at P_p of 99 MPa to 2.6×10^{-18} m^2 at P_p of 39 MPa for the permeable case. Permeability on fractured granite of 2.1% in porosity at room temperature (RT) show relatively lower permeability than those at 400°C except for at P_p of 99 MPa. Permeability at RT rapidly decreases from 1.0×10^{-15} m^2 at P_p of 99 MPa to 1.0×10^{-18} m^2 at P_p of 84 MPa, and then reaches 5.8×10^{-19} m^2 at P_p of 99 MPa. In the meeting, we will show additional results of permeability tests on fractured granites under various high temperature conditions.

キーワード：超臨界流体、地熱、花崗岩

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: supercritical fluid, geothermal, granite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Three-dimensional electrical resistivity structure of kuju Volcano, Central Kyushu, Japan revealed by Magnetotelluric survey data

*Sabry Abdallah[1], Mitsuru Utsugi [1], Koki Aizawa[2], Makoto Uyeshima[3], Wataru Kanda[4], Takao Koyama[3]

1. Institute of geothermal science, Faculty of Science, Kyoto University, 2. Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Sciences, Kyushu University, 3. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 4. Volcanic Fluid Research Center, School of Science, Tokyo Institute of Technology

The Kuju volcano is located in south western part of Oita prefecture, Japan , and is one of the important geothermal areas in Japan. It has began to erupt on October 11,1995 at the eastern flank of Mt. Hossho, which is in the central part of Kuju volcano. Second eruption started again in the middle of December, 1995, producing an ash volume of about 5000 m^3. Iwoyama is the central part Kuju Volcano and considered to be one of the most hydrothermal active hydrothermal field in Japan. Geothermal areas beneath active volcanoes may have an important role in geothermal energy development in the future. so it is important to monitor and clarify the thermal and hydrologic processes occurring beneath volcanoes. Magnetotelluric (MT) investigation is an important tool to identify the subsurface resistivity structure using natural variation in the electromagnetic field, therefore it is convenient to for the hydrothermal system investigation. We applied a Wide-band MT survey method to identify the structures associated with the hydrothermal systems beneath Kuju volcano. MT field survey data were collected at 63 observation points around the Kuju volcano from September to October 2015. Fourier Transform(FT) applied to the collected data to reduce the background noise associated with Power supply of 60 Hz and other noises associated with higher frequencies. Inverse FT was applied to the data to transform from frequency-domain to time-domain data. The 3-D resistivity structure model is obtained by inverting the MT impedance using ModEM code (Kelbert, A. et al., 2014). The primary 3-D resistivity structure model clarified that, a resistive structure (100-300 Ω.m) prevail the most of Kuju Volcano area. A very conductive structure (~1Ω.m) exists around Iowyama-Kuju area and extends with the depth towards the south-east part of Iowyama. In comparison with the previous studies, the resistive structure can be interpreted as lava and pyroclastic deposits, whereas the conductive structure around Iowyama-Kuju area is maybe corresponds to aquifers and altered layers.

Keywords: MT survey at Volcanic areas, 3D MT inversion, Hydro-thermal energy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

熱発光探査法を用いた栗駒北部地域(赤湯又）における地熱探査(予報)
Preliminary Report on Themoluminescence Geothermal Exploration in Northern Area of Mt. Kurikoma (Akayumata-River), NE Japan.

*岡野 広樹[1]、平野 伸夫[1]、土屋 範芳[1]
*Hiroki Okano[1], Nobuo Hirano[1], Noriyoshi Tsuchiya[1]

1. 東北大学環境科学研究科
1. Graduate School of Environmental Studies Tohoku University

熱発光法（TL法）は、鉱物を加熱し発光を分析することで、鉱物中に蓄えられた放射線量を評価する手法である。熱的影響によって鉱物中の蓄積線量が変化することを利用し地熱評価を行う。本研究では栗駒北部地域を対象とし、地質調査を行い、熱発光分析や変質鉱物の検討を行った。

調査地域は新規火山岩類として高松岳溶岩類が高松岳周辺に分布し、下位には新第三紀の虎毛山凝灰岩層、赤湯又沢の温泉湧出点付近には泥岩からなる泥湯層が分布している。サンプルは虎毛山凝灰岩、および泥湯層から33個採取した。

TL分析の結果、赤湯又沢の温泉湧出点付近より下流でTL異常が確認された。しかし湯ノ又温泉付近ではTLの変化は見られなかった。赤湯又沢では沸騰した温泉が数か所から湧出しているのに対して、湯ノ又温泉は50℃ほどの温泉が1か所から湧出しているのみであった。1985~2015年における地震震源分布では、赤湯又、湯ノ又両地点の直下2~7kmの浅いところで震源クラスタが確認され、流体の存在が考えられる。また赤湯又沢では泥湯層が局所的な背斜構造により露出している。これらの構造に付随するき裂や断層に伴い、地下の熱水が地表に湧出している流路構造を予測することができる。

変質鉱物は虎毛山層、泥湯層ともに緑泥石、セリサイトなどによるグリーンタフ変質が確認された。また赤湯又沢の温泉湧出点付近ではカオリナイト、湯ノ又温泉付近と赤湯又沢の上流ではローモンタイトが認められる。TL異常はカオリナイトの分布には調和的であるが、ローモンタイトの分布とは異なっている。このことから、TLは変質鉱物とは異なった、温度時間影響についての情報を持っていることが予測される。今後より詳細な地下構造を調査しTLの温度依存性について定量的な分析を重ねることで、地表面のTLがもたらす情報の精度を高めることができると期待される。

キーワード：熱発光、地熱探査、物理探査
Keywords: thermoluminescence, geothermal exploration, geophysical exploration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

多成分溶液の光散乱現象を用いた臨界点決定方法の実験的研究
Experimental Study of Critical Point Determination for Multicomponent Fluids using light-scattering Spectroscopic Method

*平野 伸夫[1]、大島 悠太[1]、岡本 敦[1]、土屋 範芳[1]
*Nobuo Hirano[1], Yuta Oshima[1], Atsushi Okamoto[1], Noriyoshi Tsuchiya[1]

1. 東北大学大学院環境科学研究科
1. Graduate School of Environmental studies, Tohoku University

地殻流体は様々な地殻構成物質と反応した後の多成分流体であり、地球内部では超臨界状態にある場合が多い。これらの条件下での流体 - 岩石反応を知るためには、地殻流体の臨界点（CP）と相状態を知ることが非常に重要となる。しかし、地殻流体や海水など多成分流体の臨界点を流体成分を用いた状態方程式（EOS）による計算で直接決定することは困難であり、実験的に決定する必要がある。

超臨界流体中の分子は不均一に分布しており、流体中に密度の高い領域や疎な領域を形成することが知られている。このような分子分布の不均一性は密度ゆらぎと呼ばれ、この揺らぎの度合いはその流体のCP付近でで最大となることが知られている。

H_2OおよびCO_2のような純粋な物質については密度揺らぎを原因とする臨界タンパク光が亜臨界から超臨界への遷移において発現することが報告されており，分光学的に観察する事ができる。したがって、多成分流体においてもこのような変化を分光法で観察できれば、ＣＰ値を推定することが可能であると考えられる。

本研究の目的は、亜臨界/超臨界遷移状態にある多成分流体の溶液を分光学的に観察することにより，そのCPを容易に決定するための新しい測定技術/手順を確立することである。

キーワード：臨界点決定、多成分流体、超臨界流体、散乱光分光
Keywords: decision of critical point, multicomponent fluid, supercritical fluid, scatter spectroscopy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Transport and Reaction Behavior of Supercritical Geofluid Revealed by Porphyry Copper Deposit

*Geri Agroli[1], Noriyoshi Tsuchiya[1]

1. Tohoku University

Supercritical geothermal reservoir (SCGR) is a novel system in the geothermal field. Recently this geothermal system got a lot of attention from scholar since the successful of IDDP that encountered the supercritical fluid in Reykjanes and Krafla geothermal field. SCGR is promising exploited geothermal resource in the near future with several benefits in the economic and technical aspect. However the limited access to geological properties of SCGR system to optimize the potential of the system as well as to address the issue of the system lead us to investigate the natural analog that suitable with this system, Instead of we spend huge money for drilling activity. Porphyry copper deposit is a suitable candidate for SCGR analog where magma ascent from deep mantle and fluid infiltrate a ductile rock mass at ~600˚C, and stock work fracture as an important fluid pathway developed intensively.

The research was conducted on the largest porphyry copper deposit in northern Mongolia called Erdenet deposit. We used 700m depth drill core samples from an open pit. Based on texture and mineralogy, lithology of Erdenet comprises of quartz porphyry and granodiorite porphyry at shallow and deep level consecutively. Mineral assemblages of Quartz porphyry are qtz-ser-py-cp±cal and chl-plg-qtz±kfs for Granodiorite porphyry. Stockwork vein system can be well observed on certain samples and Er-22 (569.9m) reveal distinct vein generation process and evolution based on cross-cutting relationship. Qtz-Mo vein precipitated at the beginning of the process followed by the formation qtz-py±cp vein and those 2 vein type cut by qtz±cal vein. Fluid activity was investigated by several analytical techniques to measure mineral composition to further obtain thermodynamics properties (P-T conditions). Host rock crystallize at temperature 389-861˚C (measurement point from core to rim) using Ti-in-Quartz geothermometer under lithostatic pressure derived from a cotectic line in the Qz-Ab-Or ternary diagram. The similar methods perform to obtain quartz precipitation temperature of qtz-mo vein and the result show vein was precipitated at 323-678˚C (measurement point from core to rim). Fluid inclusion is a useful technique to determine the precipitation of the other two vein type. Qtz-py±cp vein homogenizes at temperature 147.8-358.9˚C with median 251.9˚C but the pressure regime and salinity of fluid are difficult to measure due to most of the inclusion size is less than 5μm. The last fluid activity marked by the presence of qtz±cal that cut all of the previous veins. The homogenization temperature is less than 200˚C.

The distribution of vein in the granodiorite porphyry system in Erdenet revealed the evolution of fluid in order to understand the geological properties of a supercritical geothermal reservoir. The emplacement of granodiorite at >600˚C followed by formation of qtz-mo vein that interpreted to have formed in the supercritical regime at 500-600˚C under lithostatic pressure and subsequent pressure drop to hydrostatic condition induce qtz-py±cp vein formation due to drop of silica solubility. Lithostatic to hydrostatic pressure shifting indicate by the presence of pervasive sericite alteration imply meteoric water had circulated into the system. The temperature of the system keeps decrease and precipitation of qtz±cal occurred as the last product on this system. Erdenet Cu-Mo provides a lesson regarding on fluid process and development of supercritical geothermal activity and strong candidate as a natural analog for advanced scientific studied in the future.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: supercritical geothermal reservoir, erdenet, porphyry deposit, fluid inclusion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Characteristics of precipitation of amorphous silica and its influences on permeability of fractured granite in superhot geothermal environments

*阿部 光[1]、渡邉 則昭[1]、中村 謙吾[1]、岡本 敦[1]、駒井 武[1]
*Hikaru Abe[1], Noriaki Watanabe[1], Kengo Nakamura[1], Atsushi Okamoto[1], Takeshi Komai[1]

1. 東北大学大学大学院環境科学研究科
1. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University

Superhot geothermal environments (above ca. 400˚C) represent a new geothermal energy frontier. However, the networks of permeable fractures capable of storing and transmitting fluids are likely to sealed by a rapid precipitation of amorphous silica in response to an occurrence of high-level of supersaturation for amorphous silica due to a phase change between liquid water, steam, and supercritical water. Here we report results of two sets of hydrothermal precipitation experiments at 400-500 ˚C and 20-35 MPa, which were respectively conducted to investigate characteristics of precipitation of amorphous silica and its influences on permeability of fractured granite in superhot geothermal environments. In the first set of the precipitation experiments, liquid water with a prescribed Si concentration, which was prepared from water that dissolved granite at 360 ˚C and 35 MPa, was injected to a stainless-steel pipe, in which amorphous silica was precipitated at a prescribed combination of temperature (400-500 ˚C), pressure (20-35 MPa) and degree of saturation (1.5-2.5). As a result, spherical particles of amorphous silica of <10 μm (typically, 0.2-1.0 μm) were precipitated at all conditions. These particles tended to become smaller and aggregated with increasing temperature or degree of saturation (i.e., with increasing rate of nucleation), while there was no significant influence of pressure. Based on this finding, the second set of the precipitation experiments to investigate influences of the amorphous silica particles on permeability of fractured granite was conducted at 450°C, 25 MPa, and different degrees of saturation. The above-mentioned liquid water with a prescribed Si concentration was injected into a thermally fractured granite containing multiple fractures at an effective confining stress of 10 MPa, where initial permeability of the fractured granite was relatively high (ca. 10^{-16} m^2) because of the presence of fractures having relatively large apertures of >10 μm. As a result, permeability did not decrease with time at both conditions for the formations of larger and dispersed particles, and smaller and aggregated particles. This finding indicates that precipitation of amorphous silica does not always reduce permeability of fractured granite immediately, and silica particles will move to other locations after its formation. Therefore, in producing superhot geothermal energy, amorphous silica particles will be produced via a production well or will be trapped within fractured granite having a relatively lower initial permeability, therefore relatively smaller apertures. Although the present study has not been completed yet, it is suggested that in case of a superhot geothermal reservoir with permeability aperture large enough to transmit the amorphous silica particle, the permeability may not be destroyed even if precipitation of amorphous silica occurs rapidly.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Evolution and The Total Budget of Fluid in Granitic Magma through Magmatism and Volcanism in The Subduction Zone, NE Japan

*Fajar Febiani Amanda[1], Ryoichi Yamada[2], Satoshi Okumura[2], Masaoki Uno[1], Noriyoshi Tsuchiya[1]

1. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, 2. Graduate School of Science, Tohoku University

Fluids (especially water) are carried by oceanic plates which are subducted into the depth of the mantle and released through the dehydration process. Water migrates upward and contributes to the melting of the mantle wedge in the formation of an arc magma. The formation of volcanoes and igneous rocks as plutons in the arc magma produces geothermal energy sources and the formation of ore mineral deposits. Throughout its migration within the crust, the fluid evolves both in temperature and pressure, composition and amount. These fluid traces can be found among the minerals as melt and/or fluid inclusions in volcanic products, igneous plutons, and the veinlets. In this study, water budget estimated on the crust by determining the condition of P-T and composition of fluids in the volcanic rocks and igneous plutons including the host rock and veinlets.

Samples were taken from caldera fill sediment and porphyry copper deposits in NE Japan region. The P-T condition and fluid composition are measured from the melt inclusion in quartz from the caldera fill sediments and fluid inclusions in the granite intrusion and the veinlets. The sample is divided into several types, namely volcanic rock samples from caldera fill sediment, granite from porphyry copper deposits, and the veinlets contained in the granite body including quartz vein, glassy vein, and hydrothermal breccia vein. In volcanic rock samples, quartz crystals were picked, encased in resin and polished for major element and water content analysis. In granite samples and veinlets, the rock thin sections were made for fluid inclusion microthermometry analysis and fluid diffusion analysis using apatite mineral. Water budget in the upper crust is estimated from caldera fill sediments to be 2.3–7.6 t /yr/m. Water budget in the deeper part of the crust can then be determined from porphyry copper deposits.

Keywords: water budget, fluid evolution, melt inclusion, fluid inclusion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Porosity generation during feldspar replacement as the mark of potassium-rich supercritical fluids on the top of granitic intrusion

*Astin Nurdiana[1], Atsushi Okamoto[1], Masaoki Uno[1], Kenta Yoshida[2], Noriyoshi Tsuchiya[1]

1. Tohoku University, 2. Japan Agency for Marine-earth Science and Technology

Feldspar replacement is prevalent process within the crust which has been studied for decades. In particular, it is known that feldspar is texturally sensitive to an interaction with fluids, and the process often results in by the pore generation. Recently, Plümper, et al. (2017) proposed that such reaction-induced nanoporosity plays significant roles in pervasive fluid flow in the crusts, yet it is still unclear until what extent nanoporosity commonly presents and is affected by the feldspar replacement. In this study, we report novel pore structures that have been produced during feldspar replacement in the hornblende schist around the granitoid body.

The Kinkasan Island, which is part of southern Kitakami Mountains, mainly consists of the Cretaceous granitoid bodies with abundant pegmatite dikes, and metamorphic sequences, including hornblende (Hbl) schists and biotite schists. Quartz diorite, as the host plutonic body, and metamorphic rocks were formed under the conditions estimated to be 700-750˚C and 610-660˚C in 0.37-0.42 GPa, respectively. The Hbl schists are often cut by thin alkali feldspar veins in direction perpendicular to the foliation. In the matrix, primordial plagioclase grains (An48Ab52Or0) are generally replaced by patchy grains of albite (An4Ab94Or2) and alkali feldspar (An0Ab1Or99). The mass balance analyses of the plagioclase and alteration products show the gains of Si, K, and fewer Na, also loss of Ca and Al, indicating that feldspar replacement was induced by infiltration of the potassium-rich fluids (the K/Na molar ratio of 3). The detail observations by FIB-SEM reveal that the replacement process yields extensive amount of pore with throat size of ~0.1 –5 μm. These pores preferentially formed along the grain boundaries of newly-produced albite. Generally, the pores distribute throughout all the plagioclase grains without preference for matrix grain boundary, and formed 3D pore network that seems barely to continue. However, it increased the porosity of the rock up to ~2%. These features of pores related to the feldspar replacement suggests the importance of the reactive fluid infiltration through low-permeability metamorphic rocks, likewise give a new insight on how fluid propagation generate micro-to nano-scale porosity.

Reference: Plümper et al., 2017. Nature geoscience, 10, 685-690.

Keywords: feldspar replacement, pore network, potassium-rich fluids, fluid transport, FIB-SEM

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Quantitative evaluation of fracture distribution in granite and the relationship between fracture distribution and physical properties

*角野 愛美[1]、上原 真一[2]、高橋 美紀[3]、北村 真奈美[3]
*Manami Kadono[1], Shin-ichi Uehara[2], Miki Takahashi[3], Manami Kitamura[3]

1. 東京大学大学院新領域創成科学研究科環境システム学専攻、2. 東邦大学理学部生命圏環境科学科、3. 国立研究開発法人産業技術総合研究所
1. Department of Environment Systems, Graduate School of frontier Science, The University of Tokyo, 2. Department of Enviroment Science, Faculty of Science, Toho University, 3. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Recently, geothermal uses in the depth below the brittle-ductile boundary have been considered for collecting geothermal energy more efficiently than conventional geothermal uses [1]. One of them is supercritical geothermal power generation, which uses supercritical fluid of higher temperature and pressure than conventional type, and therefore output per power plant is expected to be increased [2]. In this geothermal development, there is a plan to artificially create geothermal reservoirs when the geothermal fluid enough for the power generation capacity does not exist in the rock. These artificial reservoirs are planned to be created through processes such as cooling rocks by water injection, emergence of brittle region, causing hydraulic fracturing, and then emergence of high permeability region. Here, crack generation and propagation by injecting water and cooling rock have some possibility of inducing earthquakes. Therefore, it is important to elucidate properties of crack generation and propagation in the rock in this situation. However, these properties have not been understood enough. In addition, clarifying the relationship between properties of crack distributions and elastic wave velocities, which is not established so far, may be of useful for investigating the crack distributions at actual geothermal development sites by elastic wave explorations.
In this study, we generate cracks in granite specimens by heating them up to 550℃ then cooling, and we clarified the relationship between the cooling rate and the conditions of crack distributions in the specimens. We also tried to clarify the relation between the crack conditions and physical properties such as (elastic wave velocity, porosity and elastic properties derived from the elastic wave velocities) .
Cylindrical specimens (20 mm in the diameter and 40 mm in the length) of granite from Oshima, Ehime Prefecture (initial porosity: <0.38 %, P and S wave velocity (V_P), (V_S) under water saturated condition: 5.96±0.14, 3.10±0.10 km/s, respectively) were used for the experiments. After being heated the specimens, were cooled in three ways with different cooling rates for the surface temperature (approximately 3.3 ℃/min, 17.7℃/min, and 516 ℃/sec). Observations of X-ray CT images revealed that microscopic cracks were generated in the specimens after the heating-cooling processes. Cracks were extracted from this CT images and the number of cracks was measured. The number of cracks per image (20 mm×40 mm) N was $600 < N < 2600$, and the faster the cooling rate was, the larger N per unit area was. This is probably because faster cooling rate causes the greater temperature difference between the center and surface of specimens, which causes larger difference in the degree of shrinkage of the minerals constituting the specimens, and then the minerals are easier to be separated from each other. When N is lager, the porosity is larger (0.60 - 0.82%), and V_P and V_S are smaller (4.63 - 4.86 and 1.69 - 2.15 km/s, respectively). Bulk modulus and shear modulus were decreased from 61 - 65 to 45 - 48 GPa and 24 - 26 to 7 - 13 GPa, respectively, through the heating-cooling processes. In the presentation, we will investigate the relationship between p, a parameter representing the distribution propability of cracks defined by Hestir & Long [3], and physical properties.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

References
[1] Muraoka, H., Asanuma, H., Ito, H., 2013, geoscience magazine, 343 - 361.
[2] Yonekura, H., 2016, "TSC Foresight geothermal power generation" overview, https://www.nedo.go.jp/content/100789529.pdf, 1 - 33.
[3] Hestir, K., and Long, J., 1990, Journal of geophysical research, vol. 95, 21, 565 - 21, 581.

キーワード：花崗岩、亀裂、地熱
Keywords: Granite, Fracture, Geothermal

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 13:45 ~ 15:15 | A09 東京ベイ幕張ホール

[S-CG58] 脆性延性境界と超臨界地殻流体：島弧地殻エネルギー

コンビーナ:土屋 範芳(東北大学大学院環境科学研究科環境科学専攻)、浅沼 宏(産業技術総合研究所・再生可能エネルギー研究センター)、小川 康雄(東京工業大学理学院火山流体研究センター)、長縄 成実(国立大学法人秋田大学)、座長:土屋 範芳、岡本 敦

メルトから延性岩体の生成，さらに脆性－延性境界領域での岩体の力学については，物質循環，地震発生機構，火山生成機構等の理解を進める上で重要であるが，断片的知識に限られ，特に力学的変化についてシステマティックには明らかにされていない．メルトの冷却は，火山体でのフラクチャー発生，火山性地震の発生原因の一つとも考えられるが，メルトから延性さらに脆性領域への変化過程を，地質学的，岩石力学的，さらに地球化学的に俯瞰する必要がある．本セッションでは，島弧－沈み込みシステムをエネルギーシステムとして捉えて，脆性－延性境界以深での，岩体組成，応力状態，き裂分布，冷却・加圧にともなう破壊挙動と地震発生メカニズム，岩石－水相互作用等についての科学的理解に関して現状報告と意見交換を行う．また，ここで得られた科学的知見をもとに，今後の研究の重点課題と問題解決のためのアプローチについて意見交換を行う．
　また，エネルギー抽出のためには，革新的掘削技術の開発が不可欠である．高温掘削の現況を把握し，地球科学分野に広く展開できる技術の情報交換の場としたい．

13:45 ~ 13:55

[SCG58-01] 沈み込み帯における物質とエネルギー輸送としての超臨界地熱資源

*土屋 範芳[1] (1.東北大学大学院環境科学研究科環境科学専攻)

13:55 ~ 14:05

[SCG58-02] NEDO超臨界地熱プロジェクトの概要

*浅沼 宏[1] (1.産業技術総合研究所・再生可能エネルギー研究センター)

14:05 ~ 14:30

[SCG58-03] 静水圧下での温度降下に伴う水と塩水からの鉱物の沈殿と溶解

★招待講演

*星野 健一[1] (1.広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻)

14:30 ~ 14:45

[SCG58-04] 超臨界岩石—水相互作用のための溶存種の熱力学データ：溶解実験と密度を用いた外挿

*岡本 敦[1]、石井 肇[1]、大柳 良介[2]、土屋 範芳[1] (1.東北大学大学院環境科学研究科、2.海洋研究開発機構)

14:45 ~ 15:00

[SCG58-05] 有馬－高槻断層帯に沿って分布する高塩分温泉水に含まれるアンモニウムイオンの窒素同位体比

*網田 和宏[1]、中村 高志[2]、大沢 信二[3] (1.秋田大学大学院理工学研究科システムデザイン工学専攻土木環境工学コース、2.山梨大学大学院・国際流域環境研究センター、3.京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設（別府）)

15:00 ~ 15:15

[SCG58-06] **岩石−水反応帯から見積もる地殻内の流体圧勾配と浸透率**

*宇野 正起[1]、Diana Mindaleva[1]、土屋 範芳[1] (1.東北大学大学院環境科学研究科)

沈み込み帯における物質とエネルギー輸送としての超臨界地熱資源
Supercritical Geothermal Resources as a Function of Mass and Energy Transport in Subduction Zone

*土屋 範芳[1]
*Noriyoshi Tsuchiya[1]

1. 東北大学大学院環境科学研究科環境科学専攻
1. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University

Our research group is conducting fundamental and engineering studies of “Supercritical Geothermal Development”. Fracture networks and their formation mechanisms would be studied by using petrological and fluid inclusion studies in order to understand the geological model of a supercritical geothermal reservoir. The granite-porphyry system provides useful information for understanding supercritical geothermal reservoirs and EGS technology as novel energy system in subduction zone. Hydrothermal experiments under supercritical conditions were performed by using tri-axial machine. Fracture cloud could be formed and permeability was enhanced in supercritical conditions.
Selected References as follow:
[1] Noriaki Watanabe, Kiyotoshi Sakaguchi, Ryota Goto, Takahiro Miura, Kota Yamane, Takuya Ishibashi, Youqing Chen, Komai Takeshi and Noriyoshi Tsuchiya, “Cloud-fracture networks as a means of accessing superhot geothermal energy”, Scientific Reports Scientific (2019), 10.1038/s41598-018-37634-z
[2] Fajar F Amanda, Ryoichi Yamada, Masaoki Uno, Satoshi Okumura adn Noriyoshi Tsuchiya, “Evaluation of Caldera Hosted Geothermal Potential during Vaolcanism and Magnetism in Subduction System, NE Japan” ,Geofluids (2019).
[3] Batkhishig, B., Bignall, G., Tsuchiya, N. "Hydrothermal quartz vein formation, revealed by coupled SEM-CL imaging and fluid inclusion microthermometry: Shuteen Complex, South Gobi, Mongolia." Resource Geology, (2014), 55, 1-8.
[4]Tsuchiya, N., Yamada, R., and Uno, M. "Supercritical geothermal reservoir revealed by a granite–porphyry system." Geothermics, 63, (2016), 182-194.
[5]Watanabe, N., Hirano, N. & Tsuchiya, N. "Determination of aperture structure and fluid flow in a rock fracture by a high-resolution numerical modeling on the basis of a flow-through experiment under confining pressure." Water Resource Research, 44, (2008), W06412 .
[6]Watanabe, N., Hirano, N., Tsuchiya, N. "Diversity of channeling flow in heterogeneous aperture distribution inferred from integrated experimental-numerical analysis on flow through shear fracture in granite." J. Geophysical. Research, 114, (2009), 10.1029/2008JB005959.
[7]Ishibashi, T., Watanabe, N., Asanuma, H., and Tsuchiya, N. "Linking microearthquakes to fracture permeability." Geophysical Research Letters, (2016), 10.1002/2016GL069478.
[8]Watanabe, N., Numakura, T., Sakaguchi, K., Saishu, H., Okamoto, A., Ingebritsen, S. E. and Tsuchiya, N. "Potentially exploitable supercritical geothermal resources in the ductile crust." Nature Geoscience, (2017), 10.1038/NGEO2879.
[9]Saishu, H., Okamoto, A., and Tsuchiya, N. "Mineralogical variation of silica induced by Al and Na in hydrothermal solutions." American Mineralogist, 97, (2012), 2060-2063.
[10]Saishu, H., Okamoto, A., and Tsuchiya, N. "The significance of silica precipitation on the formation of the permeable–impermeable boundary within Earth’s crust, Terra Nova, 26, (2014), 253-259.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：地熱、沈み込み帯、エネルギー輸送、超臨界
Keywords: geothermal, subduction zone, energy transport, supercritical

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

NEDO超臨界地熱プロジェクトの概要
Outline of NEDO Supercritical Geothermal Project

*浅沼 宏[1]
*Hiroshi Asanuma[1]

1. 産業技術総合研究所・再生可能エネルギー研究センター
1. AIST

Nationalwide potential of “Supercritical Geothermal Power Generation” has been roughly estimated to reach hundreds GW, although there are a lot of scientific unknowns and necessary technological breakthroughs. NEDO has funded to survey the most promising location of the proof-of-concept drilling and to investigate detailed feasibility of the Supercritical Geothermal Power Generation from FY2018, and 6 projects are on-going. Outline of the studies in the NEDO Supercritical Geothermal Project will be presented in the session.

キーワード：超臨界地熱
Keywords: Supercritical Geothermal

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

静水圧下での温度降下に伴う水と塩水からの鉱物の沈殿と溶解
Mineral precipitation/dissolution from water and brine with decreasing temperatures along hydrostatic pressures

*星野 健一[1]
*Kenichi Hoshino[1]

1. 広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻
1. Department of Earth and Planetary Systems Science, Hiroshima University

Mineral-fluid interactions with decreasing temperatures along hydrostatic pressures, from 15.84 MPa - 500°C to 6.64 MPa - 200°C, have been simulated for 0.01 molal and 1 molal NaCl solutions. The dielectric constants of the former were taken from SUPCRT92 (Johnson et al., 1992), while those of the latter has been proposed from quartz solubility data in brine as:

$$\varepsilon_b / \varepsilon_w = a / (2\pi b)^{0.5} \exp(-(T - c)^2 / (2b)) + d,$$

where, ε_b is the constant of the 1 molal NaCl solution, ε_w is that of water derived by SUPCRT92, π represents the ratio of the circumference of a circle to its diameter, T is a temperature in Celsius, the parameter a depends on a pressure (P in MPa) as a = -0.9 * P + 420, and b, c and d are the constants as 13000, 300 and 0.8, respectively.

On the other hand, a difference in chemical potentials of a jth solute ($\Delta\mu^\circ_j$) in the solution and water may be expressed as:

$$\Delta\mu^\circ_j = \omega_j (1/\varepsilon_b - 1/\varepsilon_w),$$

where, ω_j is the Born coefficient of the solute. Since the coefficients of the most charged species as well as $SiO_{2(aq)}$ are positive and ε_b is larger than ε_w in the simulated conditions, the chemical potentials of the above solutes in brine are smaller than those in water. This causes great differences between mineral solubilities in water (0.01M NaCl) and in brine (1M NaCl) as below.

Quartz

Since quartz solubility decreases with decreasing temperatures in water and brine, quartz precipitates from the both solvents with decreasing temperatures. However, because a decreasing rate of solubility in brine is smaller at higher temperatures and larger at lower temperatures, the precipitation amount shows a maximum at around 350 - 400°C. On the other hand, the amount decreases monotonically with decreasing temperatures in water.

Feldspar

Aluminum is dissolved mostly as AlO_2^- (= $Al(OH)_4^-$) in the both solvents. Equilibrium constants of dissolution reactions of K-feldspar, albite and anorthite with the above Al species decrease with decreasing temperatures. Therefore, the precipitation amounts of those feldspar from water solvent decrease monotonically with decreasing temperatures. On the other hand, it is quite interesting that they dissolve in brine at higher temperatures, while precipitate at lower.

Pyroxene and Al-free amphibole

Most pyroxene and amphibole show similar tendencies as feldspar. They gradually precipitate or dissolve small amounts with decreasing temperatures in water, while they dissolve in brine at higher temperatures

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

and precipitate at lower.

One of the conceivable causes of the above temperature dependencies of the silicate precipitation/dissolution in brine is a great difference in activity coefficients of charged species. For example, the activity coefficients (Debye-Hückel terms) for a divalent element in 0.01M NaCl solutions at 450°C and 300°C are 0.34 and 0.47, respectively, while they differ largely in 1M solutions as 0.023 and 0.20, respectively.
Carbonate
$CO_{2(aq)}$ is the major dissolved species above 250°C in the both solvents. Since the equilibrium constants of dissolution reactions of calcite, dolomite and magnesite with $CO_{2(aq)}$ decrease with decreasing temperatures, they precipitate from water gradually with decreasing temperatures, while they dissolve in brine at higher temperatures and precipitate at lower as feldspar, pyroxene and amphibole.

It should be emphasized that the temperatures of brine at which the above all silicate and carbonate minerals change their modes from dissolution to precipitation are around 400°C - 300°C.

Precipitation/dissolution of solid solutions of the above minerals and alteration (hydration) of some of the above minerals will also be discussed in the presentation.

キーワード：比誘電率、塩水、鉱物、沈殿、溶解
Keywords: dielectric constant, brine, mineral, precipitation, dissolution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

超臨界岩石ー水相互作用のための溶存種の熱力学データ：溶解実験と密度を用いた外挿

Thermodynamic data of aqueous species for supercritical water–rock interaction: dissolution experiments and density-based extrapolation

*岡本 敦[1]、石井 肇[1]、大柳 良介[2]、土屋 範芳[1]
*Atsushi Okamoto[1], Hajime Ishii[1], Ryosuke Oyanagi[2], Noriyoshi Tsuchiya[1]

1. 東北大学大学院環境科学研究科、2. 海洋研究開発機構
1. Graduate School of Environmental Studies, 2. JAMSTEC

Geothermal reservoirs under the supercritical conditions (supercritical geothermal reservoirs) have been taken grater attentions as the potential renewable energy in volcanic areas in the world. The chemical and physical processes of such supercritical regions are of special importance for various geological processes including understanding the formation of hydrothermal ore deposits, hydrological properties around brittle-ductile transitions of the crusts, and metamorphic and metasomatic processes. The thermodynamic data of the aqueous species at elevated temperatures and pressures has been constructed based on the Helgeson-Kirham-Flowers (HKF) model, where molar Gibbs energy is defined as a function of dielectric constant of water and species-specific Born parameter (e.g., Tanger and Helgeson, 1988), and the most common data is available through a software SUPCRT92. However, a large issue for understanding the supercritical water-rock interaction is a lack of thermodynamic data of charged aqueous species (ions and complexes) for the region near critical point of water and low water-density region (<0.35 g/cm3). In contrast to the electrostatic model like HKF model, the empirical density model has been proposed based on the fact that the log of molar Gibbs free energy of aqueous species shows a linear relationship with log of water density. Based on this model, Caciagli and Manning (2003) proposed the extrapolation of SUPCRT log K data to the high pressure regions; however, the effectiveness of this method to the low density region is not clear. In addition, the experiments for dissolution experiments are lacking for the low-density region.

In the present study, we tried the expansion of log K data set of the speciation and mineral dissolution into the vapor-like supercritical region (400, 420 degreeC, 20-35 MPa). We also conducted the new experiments for the mineral solubility measurements. The apparatus consist of 60 ml vessel with Ti inner wall, and pressure was controlled by syringe pump. We conducted the dissolution experiments with albite power and mix powders of albite-K-feldspar-quartz. Then, for evaluating the validity of the extrapolated data, we compared the extrapolated logK of mineral dissolution equilibrium and the ion products (log Q) obtained from the solution chemistry of the experiments and extrapolated log K data set of aqueous species. The deviation of log K from log Q is systematic and less than 2 in log unit, indicating the effectiveness of this method as the first approximation.

Reference

Tanger , J.C., Helgeson, H.C., 1988. Am J Sci, 288, 19-98.

Caciagli N.C., Manning, C.E., 2003. Contrib. Mineral Petrol, 146, 275-285.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：熱力学データ、超臨界流体、岩石ー水相互作用、水熱実験
Keywords: thermodynamic data, supercritical fluids, water-rock interaction, hydrothermal experiments

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

有馬ー高槻断層帯に沿って分布する高塩分温泉水に含まれるアンモニウムイオンの窒素同位体比

Nitrogen isotope ratios of ammonium in hypersaline hot spring waters distributed along Arima-Takatsuki fault zone.

*網田 和宏[1]、中村 高志[2]、大沢 信二[3]
*Kazuhiro Amita[1], Takashi Nakamura[2], Shinji Ohsawa[3]

1. 秋田大学大学院理工学研究科システムデザイン工学専攻土木環境工学コース、2. 山梨大学大学院・国際流域環境研究センター、3. 京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設（別府）
1. Faculty of Engineering Science, Akita University, 2. International Research Center for River Basin Environment, University of YAMANASHI, 3. Institute for Geothermal Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University

近年，温泉とプレートの沈み込みにともなって発生すると考えられる深部流体（スラブ脱水流体）の関連についての研究が盛んである（例えば，風早ほか，2014；Kusuda *et al.*, 2014）．これまでに行われてきた研究の成果より，スラブ脱水流体はCO_2に富んだNa-Cl組成の高塩分泉であることや，温泉に含まれるHeや炭素の同位体比がマントルと同等の値をもっていることなど，化学・同位体的な特徴が明らかにされてきた．しかし，窒素（アンモニウムイオン）に関しては，ほとんどの深部流体に含まれる成分でありながら，その性状や挙動を理解するための十分なデータが得られていない状況にある．

一方で，岩石に含まれる窒素に関する研究は1960年代から進められてきており，その濃度や同位体比に関する多くの知見が得られてきた．Häendel *et al.*（1986）は，堆積物から堆積岩を経て変成岩にいたる一連の変成作用の進行とともにアンモニウム態窒素の濃度および同位体比が系統的に変化していくことを指摘した．このときの結果は，変成度の進行に対して窒素濃度の低下がみられ，逆に窒素同位体比は増加していくというものであったが，近年，行われたいくつかの研究においても同様の傾向は確認されている（例えば，Gray and Marilyn, 1991，Yiefei, 2006）．これに対し網田ら（2014）は，深部流体の生成に変成作用が関与している可能性を指摘しており，岩石と深部流体それぞれの窒素同位体比にみられる関係を明確にしていくことで，地下深部における窒素の挙動に関する知見が得られることが期待される．

そこで高塩分泉に含まれるアンモニウムイオンの窒素同位体比の測定に対する予察的な取り組みとして，有馬ー高槻断層帯に沿って分布する高塩分泉の中から2か所の温泉を選出し採水調査および窒素同位体比の測定を行った．これらの温泉は，著者らが過去に調査・研究を行った温泉であり（大沢ほか，2015），その化学・同位体的性状についてよく理解されている温泉である．

現地において採取された温泉水試料は，生物活動を抑制するため直ちに冷却・冷凍し分析の直前まで保管した．アンモニウムイオンの窒素安定同位体比の測定のための前処理は，溶存有機性窒素の分解による測定阻害が抑制できるアンモニア気散法を用いた．密閉したバイアル瓶内で試料水をアルカリ性にし，アンモニウムイオンをアンモニアガスとして気散させ，希硫酸で酸性にした濾紙へ回収したものを，元素分析系直結型安定同位体比質量分析計（Sercon社製, ANCA-GSL with Hydra20-20）を用いて測定した．分析の結果，2か所の温泉水試料の窒素同位体比として+13.3（‰），+12.8（‰）という結果を得た．これらの値はブランク補正前の値であることから，細かい値の評価については今後，検討すべき点を残しているが，溶存成分の総量が数万ppmを超えるような高塩分泉についても窒素同位体比の測定が問題なく行えることが確認された．

キーワード：窒素同位体比、アンモニウムイオン、高塩分温泉
Keywords: Nitrogen isotope ratios, Ammonium ion, Hypersaline hot spring

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

岩石–水反応帯から見積もる地殻内の流体圧勾配と浸透率
Crustal fluid pressure gradients and permeability estimated from fluid-rock reaction zones

*宇野 正起[1]、Diana Mindaleva[1]、土屋 範芳[1]
*Masaoki Uno[1], Diana Mindaleva[1], Noriyoshi Tsuchiya[1]

1. 東北大学大学院環境科学研究科
1. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University

High pore fluid pressure has been recognized by geophysical observations and is generally considered as triggers of earthquakes and slow–earthquakes (e.g., Audet and Bürgmann, 2014). Although such high pore fluid pressure is recognized as mineral filled fractures in geologic observations, the actual fluid pressure gradients in the crustal rock have not been evaluated quantitatively and remain largely unknown. Here we propose a new methodology estimating the fluid pressure gradients recorded in fluid-rock reaction zones, by utilizing thermodynamic analyses in conjunction with trace element profiles along the reaction zones. With numerical analysis of reactive advection-diffusion transport profiles of Cl and F in the fluid-rock reaction zones, we constrain the duration, fluid velocity and permeability of the fluid-rock reaction zones.

We have analyzed amphibolite and granulite hosted fluid–rock reaction zones at Sør Rodane mountains, East Antarctica. The analyses of decimeter scale granitic dyke–crust reaction zone at 0.5 GPa, 700˚C (Uno et al., 2017) show fluid pressure gradients of ～100 MPa/10 cm or ～1 MPa/mm. mm-sized hydration reaction zones around single fracture at ～0.5 GPa, 450˚C (Mindaleva et al., in prep.) also suggest fluid pressure gradients of ～1 MPa/mm. These extremely high fluid pressure gradients represent the low permeability of the intact amphibolite and granulite host rocks without fractures. The estimated permeabilities are $\sim10^{-20}$ m^2 for the granulite–granitic dyke reaction zones and amphibolite–fluid reaction zones, and are several orders smaller than the widely accepted crustal permeability model ($\sim10^{-18}$ m^2; e.g., Ingebritsen and Manning, 2010). On the other hand, permeability along the fractures are estimated as high as $10^{-14–15}$ m^2 for the granulite and amphibolite-hosted fractures, which is analogous to the permeability estimated for the hypocenter migration for the inland earthquake swarms ($\sim10^{-15}$ m^2; e.g., Okada et al., 2014). These results show the importance of low permeability of intact amphibolite/granulite-facies metamorphic rocks in conjunction with episodic high permeability of brittle fractures even at high temperature conditions of 450–700˚C, both of which affect the regional scale permeability in the deep crust.

[References]
Audet, P., Bürgmann, R., 2014. *Nature* **509**, 389–92.
Ingebritsen, S.E., Manning, C.E., 2010. *Geofluids* **10**, 193–205.
Okada, T., Matsuzawa, T., Umino, N. et al., 2015. *Geofluids* **15**, 293–309.
Uno, M., Okamoto, A., Tsuchiya, N., 2017. *Lithos* **284–285**, 625–641.

キーワード：流体圧勾配、浸透率、流体流入タイムスケール、岩石ー水反応帯
Keywords: fluid pressure gradient, permeability, time-scales of fluid infiltration, fluid-rock reaction zone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | A09 東京ベイ幕張ホール

[S-CG58] 脆性延性境界と超臨界地殻流体：島弧地殻エネルギー

コンビーナ:土屋 範芳(東北大学大学院環境科学研究科環境科学専攻)、浅沼 宏(産業技術総合研究所・再生可能エネルギー研究センター)、小川 康雄(東京工業大学理学院火山流体研究センター)、長縄 成実(国立大学法人秋田大学)、座長:土屋 範芳

メルトから延性岩体の生成，さらに脆性－延性境界領域での岩体の力学については，物質循環，地震発生機構，火山生成機構等の理解を進める上で重要であるが，断片的知識に限られ，特に力学的変化についてシステマティックには明らかにされていない．メルトの冷却は，火山体でのフラクチャー発生，火山性地震の発生原因の一つとも考えられるが，メルトから延性さらに脆性領域への変化過程を，地質学的，岩石力学的，さらに地球化学的に俯瞰する必要がある．本セッションでは，島弧－沈み込みシステムをエネルギーシステムとして捉えて，脆性－延性境界以深での，岩体組成，応力状態，き裂分布，冷却・加圧にともなう破壊挙動と地震発生メカニズム，岩石－水相互作用等についての科学的理解に関して現状報告と意見交換を行う．また，ここで得られた科学的知見をもとに，今後の研究の重点課題と問題解決のためのアプローチについて意見交換を行う．
　また，エネルギー抽出のためには，革新的掘削技術の開発が不可欠である．高温掘削の現況を把握し，地球科学分野に広く展開できる技術の情報交換の場としたい．

15:30 ~ 15:45

[SCG58-07] 表面波トモグラフィ解析による火山地域の3次元S波速構造の推定

*二宮 啓[1]、池田 達紀[1]、辻 健[1] (1.九州大学)

15:45 ~ 16:00

[SCG58-08] ニューラルネットワークを用いた葛根田地熱地域の比抵抗構造を基にした温度及び浸透率分布の推定

*宇郷 翼[1]、石塚 師也[2]、茂木 透[3] (1.北海道大学工学部環境社会工学科、2.京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻、3.北海道大学大学院工学研究院環境循環システム部門)

16:00 ~ 16:15

[SCG58-09] Preliminary report on geothermal structure revealed by geological and MT surveys around Akayumatasawa river in Sanzugawa caldera, NE Japan

*布原 啓史[1]、Kuo Hsuan Tseng[2]、岡野 広樹[1]、小川 康夫[2]、土屋 範芳[1] (1.東北大学大学院環境科学研究科、2.東京工業大学理学院)

16:15 ~ 16:30

[SCG58-10] 弾性波計測に基づく超臨界地熱環境における水圧破砕現象の特性評価

*三浦 崇宏[1]、渡邉 則昭[1]、坂口 清敏[1]、後藤 遼太、山根 宏太、駒井 武[1]、陳 友晴[2]、石橋 琢也[3]、土屋 範芳[1] (1.東北大学環境科学研究科、2.京都大学エネルギー科学研究科、3.国立研究開発法人　産業技術総合研究所　福島再生可能エネルギー研究所)

16:30 ~ 16:45

[SCG58-11] サーマルクラックを含む花崗岩の輸送間隙径の測定と浸透率との関係性

*末吉 和公[1]、横山 正[2]、片山 郁夫[1] (1.広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻、2.広島大学大学院総合科学研究科)

16:45 ~ 17:00

[SCG58-12] Geothermal reservoir evaluation by using TL of Quartz and Fluid Flow Simulation Model of the Kakkonda system in Japan

*Alvaro Josue Amaya[1]、Nobuo Hirano[1]、Noriyoshi Tsuchiya[1] (1.Tohoku University. Graduate School of Environmental Studies)

表面波トモグラフィ解析による火山地域の3次元S波速構造の推定
3D S-wave velocity structure in volcanic region using surface-wave tomography

*二宮 啓[1]、池田 達紀[1]、辻 健[1]
*Hiro Nimiya[1], Tatsunori Ikeda[1], Takeshi Tsuji[1]

1. 九州大学
1. Kyushu University

地熱資源を能動的に開発するEGS (Engineered / Enhanced Geothermal System)発電は、大規模な未利用エネルギーになる可能性やCO2排出量削減の観点から非常に重要なエネルギー源になると期待されている。一方でEGSの実現には課題も残っている。EGSには超臨界流体の存在が必要不可欠であるが、その存在はまだ明確に観測されていない。超臨界流体は脆性一延性境界以深に存在すると考えられているが、脆性一延性境界周辺の構造や物性が明らかになっていないのが現状である。また、EGSは開発期間が長く、開発コストが高いため、発電に適した地域を正確に評価する必要がある。これらの問題を解決するためには、開発地域の浅部から深部までの詳細な地下構造を空間的に把握する必要がある。

近年、地下構造の推定方法として微動に含まれる表面波を用いた解析が注目されている。この解析では、微動から表面波の位相速度を推定し、そのS波速度依存性から地下のS波速度構造が推定される。微動を利用する解析手法は、地熱地域などの人工震源を用いた探査が難しい地域に対しても適用可能である。また、EGSは開発期間が長く、長期間のモニタリングを行う必要があるが、微動のシグナルは連続的に得られるため、表面波を用いた解析によって地下を連続モニタリングすることも可能である。

本研究では、防災科学技術研究所のHi-netに記録された1年間の地震波形データを使用した。より詳細な速度構造を推定するためには、局所的な構造を反映できる短い観測点間の位相速度を推定する必要がある。そこで本研究では、観測点間の位相速度を周波数領域で計算することで、観測点間距離の制約（高周波近似）を緩和し、より多くの観測点間の位相速度を抽出した。抽出した観測点間の位相速度に対し、トモグラフィ解析を適用することで3次元S波速度構造を推定した。その結果、浅間山や那須岳などの活火山において深部に低速度帯を観測した。これらの低速度帯は火山性流体を反映していると考えられる。地熱地域や火山周辺に密に地震計を設置することで、より高い解像度で地下のS波速度構造を推定し、EGSに適した地域を評価できると考えられる。

キーワード：表面波トモグラフィ、S波速度構造、雑微動、火山、地熱
Keywords: Surface-wave tomography, S-wave velocity structure, seismic ambient noise, volcano, geothermal

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ニューラルネットワークを用いた葛根田地熱地域の比抵抗構造を基にした温度及び浸透率分布の推定
Resistivity-Based Temperature and Permeability Estimation of the Kakkonda Geothermal Field, Japan, Using a Neural Network

*宇郷 翼[1]、石塚 師也[2]、茂木 透[3]
*Ugou Tsubasa[1], Kazuya Ishitsuka[2], Toru Mogi[3]

1. 北海道大学工学部環境社会工学科、2. 京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻、3. 北海道大学大学院工学研究院環境循環システム部門
1. Department of Socio-Environmental Engineering Scool of Engineering Hokkaido University, 2. Division of Urban Management, Grduate School of Engineering, Kyoto University, 3. Division of Sustinable Resources Enginieering, Faculty of Engineering, Hokkaido University

Estimation of temperature distribution around a geothermal field is important to understand a geothermal system. Previously, temperature distributions were successfully estimated by a neural network based on temperature logs and magnetotelluric (MT) data (Ishitsuka et al., 2018). This method firstly learns the relationship between three-dimensional locations, resistivities and temperatures by a neural network or neural kriging. Then, the optimized neural network is used to estimate temperature distribution based on a resistivity structure obtained by the MT method. On the other hand, not only temperature but also permeability are important physical parameters to evaluate a geothermal system. In this study, we developed a method to estimate permeability distribution as well as temperature distribution by a neural network and neural kriging. The methodology was applied to the Kakkonda geothermal field, Japan. Permeability along a well is not generally measured. Therefore, to create a training data of permeability, we estimated permeability along a well based on porosity deduced from resistivity log using Archie’s law. Temperature-dependence of the resistivity of water was corrected at the processing. In addition, we assumed that the salt concentration at each depth was equal to the salt concentration of the collected fluid inclusion. Subsequently, the porosity was converted into the permeability by the Kozeny-Carman equation.
We then estimated temperature and permeability distribution around the Kakkonda geothermal field. For training data, we used temperature logs and the estimated permeability logs using resistivity profiles at the 7 wells (Hanano and Kajiwara, 1999). To estimate temperature distribution, we used the resistivity structure by Yamaya et al. (2017) using the MT method.
As for the result, the temperature rising was estimated in the deep part, and the point where the high-temperature fluid is considered to be rising from the geothermal reservoir was estimated. The permeability showed a high value, especially in the low resistivity part. The accuracy of the estimated temperature and permeability distribution was evaluated by comparing temperature data measured beneath a depth of 3100 m of WD-1 well. As a result of accuracy verification, neural networks showed the smallest temperature error when the number of the intermediate layers was 2, and the permeability error was the smallest when the number of the intermediate layers was 9. Both the temperature and the permeability of neural kriging were smaller than those of neural networks. Although further development of the methodology to increase the accuracy of the estimation is required, our results demonstrated the effectiveness of our neural network approach to estimate permeability as well as temperature distribution around a geothermal field.
This study is supported by a NEDO project.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：ニューラルネットワーク、温度、浸透率
Keywords: Neural network, Teperature, Permeability

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Preliminary report on geothermal structure revealed by geological and MT surveys around Akayumatasawa river in Sanzugawa caldera, NE Japan

*布原 啓史[1]、Kuo Hsuan Tseng[2]、岡野 広樹[1]、小川 康夫[2]、土屋 範芳[1]
*Keishi Nunohara[1], Kuo Hsuan Tseng[2], Hiroki Okano[1], Yasuo Ogawa[2], Noriyoshi Tsuchiya[1]

1. 東北大学大学院環境科学研究科、2. 東京工業大学理学院
1. Graduate school of Environmental Studies Tohoku University , 2. Graduate school of Science , Tokyo Institute of Technology

Inner part of Sanzugawa caldera, NE Japan, is one of the promising geothermal areas that had been found by many geological and geophysical surveys after 1970’s. In this area, one geothermal power plant (Uenotai geothermal power plant) is currently in operation, and additional one (Wasabizawa geothermal power plant) is being constructed now.

There are a number of high-temperature hot springs along Akayumatasawa river that flows through the center of Sanzugawa caldera. This study reports the resistivity and geological structures based on MT surveys and field surveys around Akayumatasawa. In addition to these structures, the gravity structure, distribution of hot springs, and hypocenter clusters under Akayumatasawa indicate existence of geothermal fluid that is ascending from deep subsurface.

キーワード：地熱構造、電磁探査、地熱流体
Keywords: geothermal structure, MT, geothermal fluid

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

弾性波計測に基づく超臨界地熱環境における水圧破砕現象の特性評価
Characterization of hydraulic fracturing phenomena in supercritical geothermal environments revealed by elastic wave measurements

*三浦 崇宏[1]、渡邉 則昭[1]、坂口 清敏[1]、後藤 遼太、山根 宏太、駒井 武[1]、陳 友晴[2]、石橋 琢也[3]、土屋 範芳[1]
*Miura Takahiro[1], Noriaki Watanabe[1], Kiyotoshi Sakaguchi[1], Ryota Goto, Kota Yamane, Takeshi Komai[1], Youqing CHEN[2], Takuya ISHIBASHI[3], Noriyoshi Tsuchiya[1]

1. 東北大学環境科学研究科、2. 京都大学エネルギー科学研究科、3. 国立研究開発法人　産業技術総合研究所　福島再生可能エネルギー研究所
1. Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, 2. Graduate School of Energy Science, Kyoto University, 3. AIST, FREA

水の臨界温度（374℃）以上の超臨界地熱資源は，新しい地熱資源として期待されている[Watanabe et al., 2017, Nat. Geosci.]．超臨界地熱資源が存在する温度・深度条件下の花崗岩質岩石は，圧縮に対しては延性的であると考えられるものの，引張に対してきは脆性的でありうるため，水圧破砕により貯留層が形成されうることが示唆されている．実際著者らは，450℃・封圧三軸応力（最大主応力σ_1：90MPa, 中間主応力σ_2／最小主応力σ_3：40 MPa）下におかれたσ_1方向にボアホールを有する円柱状花崗岩に対する水圧破砕実験を実施し，低温の水圧破砕よりも小さい水圧（σ_2 および σ_3付近）で三次元等方的な網状き裂が形成され，浸透率が1000倍程度増加することを見出している[Watanabe et al., 2017, Geophys. Res. Lett.]．この先行研究を受けて著者らは現在，新たに開発した高温・真三軸応力下水圧破砕実験システムを用いて，超臨界地熱環境下での水圧破砕現象の解明に取り組んでいる．

著者らはこれまでに，鉛直下向きにボアホールを有する立方体状の花崗岩に対して400℃または450℃・真三軸応力（σ_1：40MPa, σ_2：15 MPa，σ_3：5 MPa）下で水圧破砕実験を実施し，実験中あるいは実験前後にAE（Acoustic Emission）やP波速度の計測を行ってきた．その結果，温度や応力場によらず実験後の岩石のP波速度は等方的に減少しており，先行研究において見出された網状き裂の形成は主に，岩石内部で等方的に分布する既存微視き裂が低粘度の水により加圧されることに起因することが示された．さらに実験中のAE計測の結果，AE発生のピークは，ボアホール水圧が最大値（ブレークダウン水圧）に達した時点だけでなく，ブレークダウン後にも存在していた．実験中の岩石の変形挙動や実験後の薄片観察結果を考慮すると，1つ目のピークは水圧破砕の発生によるものであるが，2つ目のピークは水圧破砕により強度が低下した岩石の応力場に応じた小規模なせん断変形や破壊の発生によることが示唆され，このブレークダウン後の岩石挙動も最終的なき裂パターンや透水性の変化に影響を及ぼす可能性が新たに見出された．

・Watanabe, N. et al. Potentially exploitable supercritical geothermal resources in the ductile crust. Nat. Geosci. 10(2), 140–144 (2017).

・Watanabe, N., Egawa, M., Sakaguchi, K., Ishibashi, T. & Tsuchiya, N. Hydrofracturing and permeability enhancement in granite from subcritical/brittle to supercritical/ductile conditions. Geophys. Res. Lett. 44, 5468–5475 (2017).

キーワード：地熱、超臨界、真三軸
Keywords: geothermal, supercritical, true-triaxial

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

サーマルクラックを含む花崗岩の輸送間隙径の測定と浸透率との関係性
Experimental measurements of transport pore radius of thermally cracked granite and the relationship of pore structure to permeability

*末吉 和公[1]、横山 正[2]、片山 郁夫[1]
*Sueyoshi Kazumasa[1], Tadashi Yokoyama[2], Ikuo Katayama[1]

1. 広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻、2. 広島大学大学院総合科学研究科
1. Department of Earth and Planetary Systems Science, Hiroshima University, 2. Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University

Fluid flow in rocks plays a key role in many geological processes such as geothermal reservoirs. Permeability is known to be dependent on porosity and pore radius (Walsh and Brace, 1984), while direct determination of pore radius is usually more difficult than determination of permeability. Water expulsion method (Yokoyama and Takeuchi, 2009) is a way to determine the radius of transport pore from gas pressure at which gas breaks through a water-saturated sample (ΔP_{break}). Although several previous studies investigated the relationship between permeability and ΔP_{break} of impermeable rock such as mudstone, those of granite have not been reported. In this study, we develop the water expulsion method under confining pressure and aim to evaluate the relationship between permeability and pore characteristics such as porosity and transport pore radius under high pressure up to 30 MPa.

Thermally-cracked Aji granites were prepared to cylindrical shape (20 mm long and 20 mm in diameter). Thermal cracking was introduced by heating up to 600 ℃ and porosity of a heat-treated sample was about 2.4 % . The transport pore radius was determined by a manner similar to those reported in Yokoyama and Takeuchi (2009), which is an experimental method measuring gas pressure ΔP_{break} (Pa) at which gas breaks through a water-saturated sample. From ΔP_{break} and interfacial tension γ (N m^{-1}), transport pore radius r (m) can be estimated as follows: $r = 2\gamma / \Delta P_{break}$. Permeability was determined from the flow rate at a constant pore pressure (P_p = 0.5 - 3 MPa). The flow rate was measured by a flow method using water as a pore fluid and permeability was calculated following Darcy’s law. Porosity was estimated using the gas porosimeter, where the grain volume and pore volume of a sample were determined by using Boyle’s law. Experiments were performed under confining pressure ranging 5 to 30 MPa at room temperature.

Transport pore radius and permeability of thermally-cracked Aji granite were 0.74 μm and 5.5×10^{-17} m^2 under confining pressure of 5 MPa. These values decreased with increase in confining pressure and were 0.14 μm and 2.0×10^{-18} m^2 under confining pressure of 30 MPa. Permeability k (m^2) of granite can be approximated by pore radius r and porosity ϕ according to the relation: $k = 5.32\times10^{-3}\,\phi r^2$. This indicates that permeability is primarily dependent on transport pore radius. These results are consistent with the conventional permeability model (Simpson et al., 2003) and estimation of transport pore radius is important for understanding permeability of granite.

キーワード：浸透率、輸送間隙径、水追い出し法
Keywords: permeability, transport pore radius, water expulsion method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geothermal reservoir evaluation by using TL of Quartz and Fluid Flow Simulation Model of the Kakkonda system in Japan

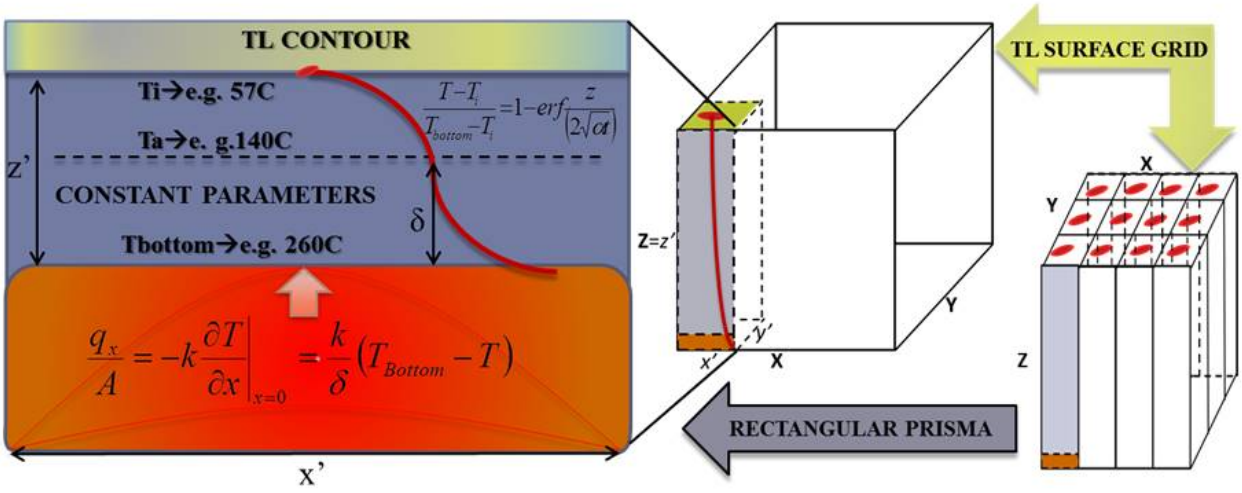
*Alvaro Josue Amaya[1], Nobuo Hirano[1], Noriyoshi Tsuchiya[1]

1. Tohoku University. Graduate School of Environmental Studies

Thermoluminescence (TL) of quartz is used in many geoscientist applications: Radiation measurements, geological dating and recently in geothermal activity prospection. After kinetic understanding, a new geothermal reservoir model has been developed based on the analysis of geological thermoluminescence surface samples and cuttings of borehole quartz samples combined with the system behavior equations. This novel methodology has been designed especially for an early stage of geothermal exploration condition and has been validated in the Kakkonda geothermal field in its initial exploration state. The system was simulated from surface to 5 Km on depth. In order to obtain the geothermal model that uses TL as a heat sensor, the sensitivity of the mineral property to natural heat has been monitored and evaluated through kinetic TL quartz decay experiments using aliquots of a standard sample rooted from same geothermal origin and subjected to different controlled conditions of temperatures taken at different time and deconvoluted by keeping constant 4 peak positions for all database; this has allowed the development of novel TL equations that have been coupled in this proposed reservoir model, which, is based on the description of the system through 3 governing equations for a specific control volume: the geothermal potential system balance, the Fourier equation, and the non-steady state heat conduction equation. Coupled with reservoir model and thermoluminescence model, we can obtain a numerical model of three-dimensional geothermal prospecting temperatures at any position (X, Y, Z) got through geoprocessing GIS tools. Finally, the 3D thermal model was used to parameterize a fluid flow simulation that considers the supercritical condition of the system at 5 Km as a heat source model and by using Hydrotherm software many scenarios of natural system evolution were gotten and a novel sustainable application for operation of the geothermal production operation in the Kakkonda Geothermal Power Plant was proposed.

Keywords: Thermoluminescence, Geothermal Reservoir Evaluation, Thermal Modeling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_8

[S-CG59] 地震動・地殻変動・津波データの即時把握・即時解析・即時予測

コンビーナ:小木曽 仁(気象庁気象研究所)、近貞 直孝(防災科学技術研究所)、川元 智司(国土交通省国土地理院)、干場 充之(気象研究所)

地震発生後に地震動や地殻変動，津波の状況をリアルタイムに把握し，解析を行い，それに基づき，至近未来予測することが地震や津波の防災／減災につながるものと期待されている．これまでも，緊急地震速報などの地震動即時予測や津波の即時警報への応用がなされてきた．最近は、火山活動の観測においても噴火速報の運用も始まった．一方で，東北地方太平洋沖地震(Mw9.0)やそれに伴う津波などにより，従来の手法の弱点も明らかになり、災害軽減へ向けて更なる改善の努力が進められている．本セッションでは，（準）リアルタイムでの地震動や地殻変動，津波，火山データの即時把握と解析の新しい考え方，手法，及び，地震や津波，火山の防災／減災に向けた即時予測への有効な応用に関する研究成果について広く議論する．

[SCG59-P01] 揺れの数値予報：Green関数を用いた震度予測の検討

*干場 充之[1] (1.気象研究所)

[SCG59-P02] 「揺れの数値予報」への前方散乱モデルの導入

*小木曽 仁[1] (1.気象庁気象研究所)

[SCG59-P03] 海底水圧変動データを使ったマグニチュード推定の試み

*中村 武史[1]、荒木 英一郎[2]、高橋 成実[1]、鈴木 健介[2]、山本 俊六[3]、是永 将宏[3]、野田 俊太[3] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構、3.公益財団法人鉄道総合技術研究所)

[SCG59-P04] 最短経路法を用いた波線追跡法適用による津波伝播の計算

*関口 渉次[1] (1.防災科学技術研究所)

[SCG59-P05] 津波のグリーン関数Kajiura Filterの級数表現の導出

*亀 伸樹[1]、日下部 哲也[1]、綿田 辰吾[1] (1.東京大学地震研究所)

揺れの数値予報：Green関数を用いた震度予測の検討
Numerical Shake Prediction for earthquake early warning: prediction of distant future using Green function method

*干場 充之[1]
*Mitsuyuki Hoshiba[1]

1. 気象研究所
1. Meteorological Research Institute

地震動即時予測では従来，震源位置とマグニチュード（M）の早期決定という考え方が多かったが，我々は，その新しい考え方として，揺れから揺れを予測する「揺れの数値予報」を提案している（Hoshiba and Aoki, 2015）．そこでは，データ同化手法を用いて現在の波動場をなるべく正確に把握し，その後に，波動伝播の物理を用いて，未来の波動場を予測する．Hoshiba and Aoki (2015)では震度の注目し，波形包絡線の予測を試みているが，同様な考え方を用いて，Furumura et al.(2018)は，長周期地震動の波形の即時予測を考察している．一方，津波即時予測においても，データ同化の適用をMaeda et al.(2015)が考察している．このように，地震動や津波の即時予測ではデータ同化を用い現状把握を行い，波動伝播の物理によって未来予測を行う考え方が進んでいる．

最近，津波の分野において，Wang et al.(2017)が，データ同化と未来予測にGreen関数を用いることを提案している．また，大峡ら（2018）は，このGreen関数法の適用を長周期地震動の即時予測に適用することを試みている．Hoshiba and Aoki (2015)では，逐次的に未来を予測することを行っていたため，遠い未来を予測するにはその分計算時間が必要であったが，Green関数を用いることで，近い未来でも遠い未来でも計算時間にほぼ差がなく予測が可能となる．近い未来の計算を省略して，遠い未来の予測のみを行うことも出来るようになる．

今回，このGreen関数を震度の予測（つまり，波形包絡線の予測）に適用すること検討する．波動伝播の物理の物理として，Hoshiba and Aoki(2015)と同様に輻射伝達理論を用いる．これは，波線理論に基づくもので，高周波近似に相当し，波動伝播をエネルギー伝播に置き換えて考察する．大きさが 1 のエネルギーが，場所(xi, yi)を方向ｑｎに伝播している場合に，時間T後の未来に，予測点（X, Y）付近を伝播しているエネルギー量を事前に計算しておく（Green関数：G(X,Y,T; xi, yi, qn)）．このグリーン関数とデータ同化によって得られているエネルギーの空間と方向の分布，E(xi, yi, qn)，との積を空間および方向積分することにより，予測点（X, Y）でのT秒後の未来を予測することが可能となる．

Green関数法では，予測する地点が少ない場合，遠い未来の予測も短時間で終了させることが可能となる．一方，多数の地点を予測する場合には、その分，計算時間がかかる．Green関数法は，予測する地点が少ない時に，遠い未来も含めた予測を行う場合に有効である．

キーワード：地震動即時予測、データ同化、グリーン関数、遠い未来の予測
Keywords: Earthquake Early Warning , Data Assimilation , Green function, prediction of distant future

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

「揺れの数値予報」への前方散乱モデルの導入
Introduction of forward scattering model into the Numerical Shake Prediction scheme

*小木曽 仁[1]
*Masashi Ogiso[1]

1. 気象庁気象研究所
1. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency

我々は2011年東北地震で明らかになった緊急地震速報の課題に抜本的に対応するため、波動場のリアルタイムモニタリングに基づく地震動即時予測手法(e.g., Hoshiba, 2013)の研究を進めている。Hoshiba and Aoki (2015)はこの考えに基づき、データ同化を用いて現在の地震動エネルギー分布を推定したのち、2次元の輻射伝達理論を用いて未来の地震動を予測する「揺れの数値予報」の考えを提唱した。Hoshiba and Aoki (2015)では等方散乱モデルを用いて未来の地震動を計算しているが、等方散乱モデルでは直達波付近の地震波エンベロープを適切に表現することができない。本研究では、直達波からコーダ波まで地震波エンベロープ全体を適切に表現できる前方散乱モデル(e.g., Wegler et al., 2006)を「揺れの数値予報」に導入し、その予測結果と等方散乱モデルに基づいた予測結果を比較した。

地震動即時予測の対象とする地震は2016年熊本地震(Mw7.0)として、西南日本を予測対象領域とした。前方散乱を地震動予測に取り込むため、相関距離1km、速度揺らぎのRMS値を0.05とする指数関数型の2次元ランダム媒質を仮定し、ボルン近似によって非等方な散乱係数を計算した。この散乱係数を輻射伝達理論に取り込むことにより、前方散乱を考慮した地震波エンベロープが計算可能となる。なお、等方散乱モデルに基づく予測結果はOgiso et al. (2018)を参照した。

予測震度の最大値の残差を比較したところ、若干ながら等方散乱モデルに基づいた予測のほうが残差が小さかったが、エンベロープ全体の予測残差を比較すると前方散乱モデルに基づいた予測のほうが小さな残差という結果になった。これは、前方散乱モデルに基づいた予測エンベロープが主にコーダ波の部分において観測により近い結果となったためである。なお、等方散乱モデルにてコーダ波の部分の予測精度を向上させるような散乱パラメータを用いた場合、予測震度の最大値が過大評価になってしまう。すなわち、等方散乱モデルに基づいた予測では震度の最大値、またはコーダ波部分のエンベロープのどちらか一方のみ精度の高い予測が可能となるが、前方散乱モデルを用いることにより震度の最大値からエンベロープ形状全体にわたって精度よく予測できる可能性があることがわかった。

前方散乱モデル導入に伴う計算時間の増加は、あらかじめ散乱テーブルを計算しておく等の技法によって、ほぼ無視できる程度に抑えられるものと考えている。したがって、精度の高い地震動即時予測を目的とするならば「揺れの数値予報」には前方散乱モデルを導入するべきである。今後は前方散乱モデルを考慮した不均質減衰構造の推定と「揺れの数値予報」への導入に取り組み、さらなる地震動即時予測精度の向上を目指す。

謝辞

本研究にあたり、防災科研K-NET/KiK-netの波形を使用しました。また、JSPS科研費JSPS科研費JP17H02064及びJP18K13622の援助を受けています。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：地震動即時予測、地震波散乱、地震波減衰
Keywords: real-time ground motion prediction, seismic wave scattering, seismic attenuation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海底水圧変動データを使ったマグニチュード推定の試み
Magnitude estimation by using ocean-bottom pressure gauge data

*中村 武史[1]、荒木 英一郎[2]、高橋 成実[1]、鈴木 健介[2]、山本 俊六[3]、是永 将宏[3]、野田 俊太[3]
*Takeshi Nakamura[1], Eiichiro Araki[2], Narumi Takahashi[1], Kensuke Suzuki[2], Shunroku Yamamoto[3], Masahiro Korenaga[3], Shunta Noda[3]

1. 国立研究開発法人防災科学技術研究所、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、3. 公益財団法人鉄道総合技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Railway Technical Research Institute

大地震の発生が予想されている海溝やトラフ域周辺において、DONETやS-netをはじめとする海底リアルタイム地震観測網が整備されたことにより、海域で発生した地震のシグナル検知時間の短縮や検出限界の向上、震源決定等各種解析の精度向上が確認されている（Nakano et al., 2013）。一方、海底に設置した強震計の応答の非線形性や、強震計自体の回転・傾斜の影響によると考えられるシグナルがデータに混在することがあり、このようなシグナルは海底における地震動成分を解析する上で誤差要因となりうる。2016年4月1日に三重県南東沖で発生した中規模地震（Mjma 6.5）時のDONETの強震計データでは、距離減衰式から予想される値と比べて短周期の変位振幅が最大43倍増幅している上、海底観測点間の振幅のばらつきが陸上観測点間と比べて約2倍大きいことが示されている（Nakamura et al., 2018）。地震時の顕著な増幅や増幅のばらつきは、震源からの放射特性や構造の影響だけでは説明が難しく、応答の非線形性もしくは回転・傾斜の影響を起因とする、震源近傍の複数の強震計データに混入していた加速度オフセットのシグナルがその主因と考えられる。強震時のこのようなシグナルの混入は、マグニチュード評価や断層震源解析等の過大評価や結果の不安定性を招く。そこで本研究では、DONETの強震計（Metrozet社TSA-100S）に代わり、強震計の近くに設置されている水圧計（Paroscientific社8B7000-2）データの振幅解析を試み、強震計データの場合との比較評価から、水圧計データに基づくマグニチュード解析の可能性について検証を行った。

解析では、緊急地震速報や気象庁一元化震源リストの振幅マグニチュード計算で使用されている、変位周期6秒以下の帯域に着目した。近年、水圧計データから地震動成分を解析した研究が発表されており（例えば、Kubota et al., 2017）、周期帯によっては、水圧変動と上下方向の地震動が理論・観測の両面で一致する結果が示されている（Chao et al., 2017; Saito, 2017）。海底観測点の設置水深2,200 mの場合、周期6秒以下の帯域の水圧変動成分は、地動速度の上下動成分と対応しており（例えば、松本・他, 2012）、本研究では水圧波形を一回積分し、6秒のハイパスフィルターを適用することで、マグニチュード計算のための地動変位に相当する成分に変換した。変換後の波形の最大振幅値とマグニチュードを関係づける重回帰式を構築後、各イベントデータについてマグニチュードを推定した。

解析の結果、水圧計データの短周期振幅から推定した値は、気象庁一元化震源リストのマグニチュードと良く相関していることが分かった。推定値について、震源リストのマグニチュードに対する偏差（2σ）は0.70となり、強震計の3成分合成振幅値を使用した場合の偏差0.70と比べ、同等の結果となった。また、強震計で大きな加速度オフセットが見られた2016年4月1日三重県南東沖の地震（Mjma 6.5）時のデータについて、強震計の3成分合成振幅値を使用したマグニチュードは震源近傍のDONET1観測点で6.64–8.34の値であった一方、水圧計データを使ったマグニチュードは6.33–6.81となり、増幅が抑えられていることに加え、安定的な値であることも分かった。変位の短周期成分において、強震計と比べて水圧計は、強震時の応答の非線形性や回転・傾斜の影響が相対的に小さい可能性があり、水圧計の振幅データを活用することで、マグニチュードの安定的な推定につながるかもしれない。

キーワード：DONET、マグニチュード、水圧計、早期地震警報
Keywords: DONET, earthquake magnitude, pressure gauge, Earthquake Early Warning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

最短経路法を用いた波線追跡法適用による津波伝播の計算
Calculation of tsunami propagation by applying ray tracing based on the shortest path method to tsunamis

*関口 渉次[1]
*Shoji Sekiguchi[1]

1. 防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

津波伝搬について表面波の波線追跡法を適用した研究(Satake,1988)はすでに存在しているが、ここでは最短経路法を元にした波線追跡法を適用した。通常の波線追跡法では、震源から出発する波線が速度分布(海洋底の深さ分布)に敏感に反応して目標の到達点に波線を導くことが困難な場合や、求められた波線がlocal minimumに陥っている場合がある。最短経路法を用いた波線追跡法にはそのような心配はない。太平洋地域と日本海地域についてそれぞれ最短経路法を適用した計算を実行してみた。地形データは１分サンプリングのETOPO1を元に、太平洋地域は１度間隔で±５度の近傍データで平均化したものを、日本海地域は0.1度間隔で±0.5度の近傍データで平均化したものを使用した。今回の最短経路法では領域を矩形のセルに分割しセル境界上に均等にノードを分布させセル内でノードを結ぶ直線を想定し伝播時間が最短になる経路を求める。はじめはセルを地形データが作る矩形に一致させ、境界上のノード数は５とし、そこからセルの数とノードの数をそれぞれ２倍に増やしていき、増やした時の平均的な伝播時間と元のそれとの差が６０秒以内になったところで元の時点で収束したと判定することにした。平均的な伝播時間は太平洋地域では地形データをサンプルした１度間隔の地点、日本海地域では同じく0.1度間隔の地点での伝播時間すべてを平均して求めた。震源は太平洋地域ではチリ沖、日本海地域では1983年日本海中部地震付近を想定した。収束したセルとノードの数はそれぞれ（１，１０）、（１，５）となり、所要計算時間はそれぞれ約3.14秒、0.60秒となった。以上のように最短経路法を適用することにより非常に短い計算時間で対象領域全地点での津波到着時間を見積もることができることが示された。なお、太平洋地域の場合、深さ1,000mより浅い地点は計算の対象外とした。

キーワード：津波、最短経路法
Keywords: tsunami, shortest path method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

津波のグリーン関数Kajiura Filterの級数表現の導出
Derivation of the series expansion of Kajiura filter, Green's function of a tsunami

*亀 伸樹[1]、日下部 哲也[1]、綿田 辰吾[1]
*Nobuki Kame[1], Tetsuya Kusakabe[1], Shingo Watada[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

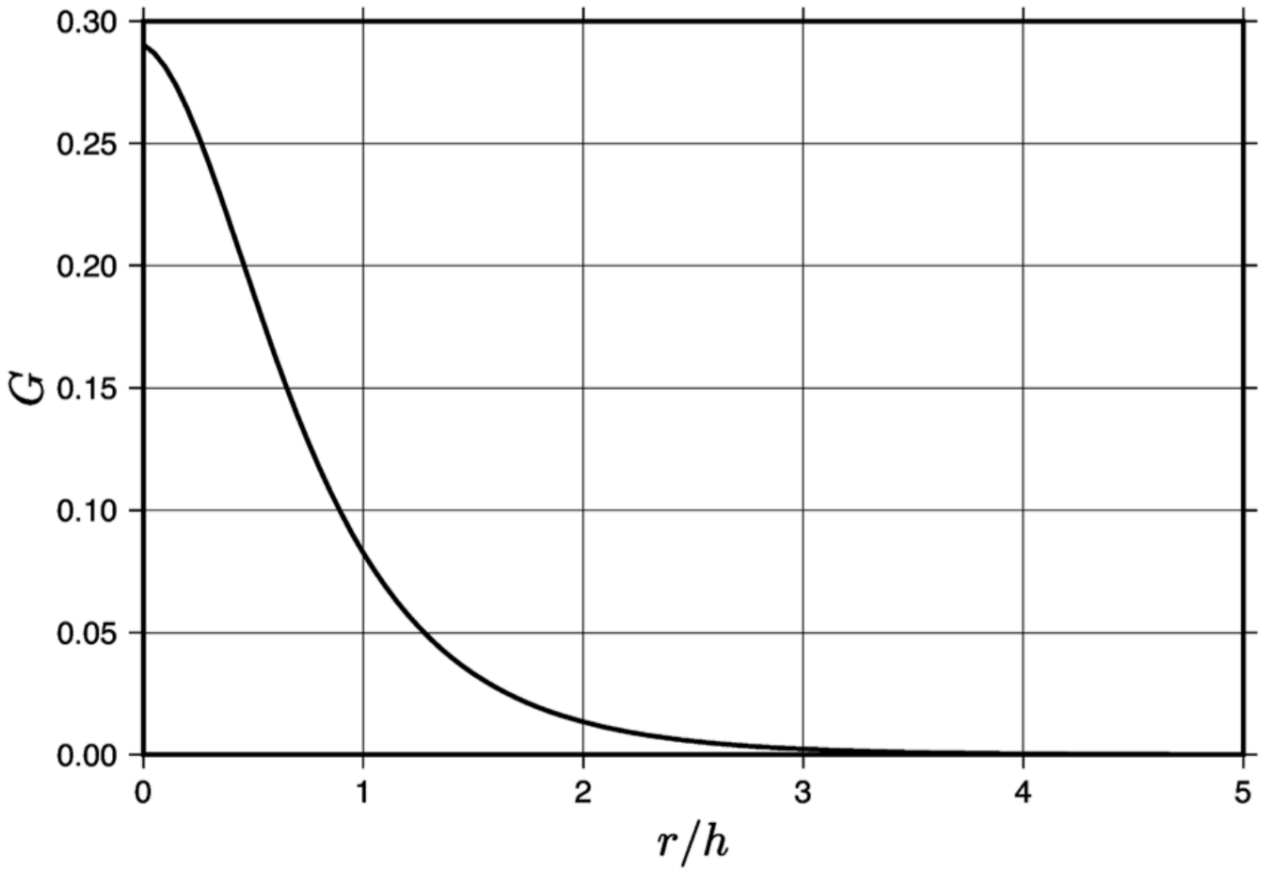
地震に伴う海底地殻変動は、海面変動を引き起こし、そこを源として津波が発生する。非圧縮非粘性流体を仮定し、一様の水深hのモデルを考える。直交座標系(x1、 x2、x3)を考え、x3方向を鉛直上向きにとる。海底面x3=0において上下変動D(x1、x2)が発生した時、瞬時に応答する海面x3=hにおける上下変動η(x1、x2)は、GとDの畳込みで表される。ここに現れるGは、海底面変位の時空間に関するデルタ関数入力に対する海面変動を表すグリーン関数(ここでは無次元量)であり、Kajiura filter [Kajiura (1963)]として広く津波研究において利用されており[例えば、Saito and Furumura (2009) 、 齊藤(2016)]、その起源はTakahashi (1942)の波数領域表現にある。 また、η(x1、x2)は空間領域の畳み込みの形式に加えて、波数領域での積の形をフーリエ逆変換して簡単に計算することも可能である[例えば、 齊藤(2016)]。 Kajiura filterの関数形をFig. 1に示す。グリーン関数の引数は全て水深hで規格化される。 Kajiura (1963)においてKajiura filter の積分表現と級数表現が示されている。実際の津波研究においては数値計算に便利な級数表現がもっぱら利用されている。Kajiura (1963)では、積分表現から出発し、「1/(cosh k)を指数関数で級数展開し項別積分を行うことにより」という注意のみで級数表現を直ちに示している。通常の学術論文では計算過程を全て記述しないのが普通であるが、必ずしも多くの人が式の導出をできるわけではない。ここに計算過程を解説することは有益と思い、本稿においてその式展開を詳細に示すことにする。

【参考文献】日下部 哲也・亀 伸樹・綿田 辰吾、津波のグリーン関数Kajiura filterの級数表現の導出、地震(第2輯)、第71 巻、117-119 頁、2018、DOI: 10.4294/zisin.2017-16

Fig. 1 Plot of Kajiura filter G(r/h), the initial surface displacement due to a spatiotemporal impulsive point displacement at the bottom.

キーワード：津波、グリーン関数、梶浦フィルター
Keywords: Tsunami, Green's Function, Kajiura Filter

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_32

[S-CG59] 地震動・地殻変動・津波データの即時把握・即時解析・即時予測

コンビーナ:小木曽 仁(気象庁気象研究所)、近貞 直孝(防災科学技術研究所)、川元 智司(国土交通省国土地理院)、干場 充之(気象研究所)

地震発生後に地震動や地殻変動，津波の状況をリアルタイムに把握し，解析を行い，それに基づき，至近未来予測することが地震や津波の防災／減災につながるものと期待されている．これまでも，緊急地震速報などの地震動即時予測や津波の即時警報への応用がなされてきた．最近は、火山活動の観測においても噴火速報の運用も始まった．一方で，東北地方太平洋沖地震(Mw9.0)やそれに伴う津波などにより，従来の手法の弱点も明らかになり、災害軽減へ向けて更なる改善の努力が進められている．本セッションでは，（準）リアルタイムでの地震動や地殻変動，津波，火山データの即時把握と解析の新しい考え方，手法，及び，地震や津波，火山の防災／減災に向けた即時予測への有効な応用に関する研究成果について広く議論する．

[SCG59-P01] 揺れの数値予報：Green関数を用いた震度予測の検討

*干場 充之[1] (1.気象研究所)

[SCG59-P02] 「揺れの数値予報」への前方散乱モデルの導入

*小木曽 仁[1] (1.気象庁気象研究所)

[SCG59-P03] 海底水圧変動データを使ったマグニチュード推定の試み

*中村 武史[1]、荒木 英一郎[2]、高橋 成実[1]、鈴木 健介[2]、山本 俊六[3]、是永 将宏[3]、野田 俊太[3] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構、3.公益財団法人鉄道総合技術研究所)

[SCG59-P04] 最短経路法を用いた波線追跡法適用による津波伝播の計算

*関口 渉次[1] (1.防災科学技術研究所)

[SCG59-P05] 津波のグリーン関数Kajiura Filterの級数表現の導出

*亀 伸樹[1]、日下部 哲也[1]、綿田 辰吾[1] (1.東京大学地震研究所)

揺れの数値予報：Green関数を用いた震度予測の検討
Numerical Shake Prediction for earthquake early warning: prediction of distant future using Green function method

*干場 充之[1]
*Mitsuyuki Hoshiba[1]

1. 気象研究所
1. Meteorological Research Institute

地震動即時予測では従来，震源位置とマグニチュード（M）の早期決定という考え方が多かったが，我々は，その新しい考え方として，揺れから揺れを予測する「揺れの数値予報」を提案している（Hoshiba and Aoki, 2015）．そこでは，データ同化手法を用いて現在の波動場をなるべく正確に把握し，その後に，波動伝播の物理を用いて，未来の波動場を予測する．Hoshiba and Aoki (2015)では震度の注目し，波形包絡線の予測を試みているが，同様な考え方を用いて，Furumura et al.(2018)は，長周期地震動の波形の即時予測を考察している．一方，津波即時予測においても，データ同化の適用をMaeda et al.(2015)が考察している．このように，地震動や津波の即時予測ではデータ同化を用い現状把握を行い，波動伝播の物理によって未来予測を行う考え方が進んでいる．

最近，津波の分野において，Wang et al.(2017)が，データ同化と未来予測にGreen関数を用いることを提案している．また，大峡ら（2018）は，このGreen関数法の適用を長周期地震動の即時予測に適用することを試みている．Hoshiba and Aoki (2015)では，逐次的に未来を予測することを行っていたため，遠い未来を予測するにはその分計算時間が必要であったが，Green関数を用いることで，近い未来でも遠い未来でも計算時間にほぼ差がなく予測が可能となる．近い未来の計算を省略して，遠い未来の予測のみを行うことも出来るようになる．

今回，このGreen関数を震度の予測（つまり，波形包絡線の予測）に適用すること検討する．波動伝播の物理の物理として，Hoshiba and Aoki(2015)と同様に輻射伝達理論を用いる．これは，波線理論に基づくもので，高周波近似に相当し，波動伝播をエネルギー伝播に置き換えて考察する．大きさが 1 のエネルギーが，場所(xi, yi)を方向ｑｎに伝播している場合に，時間T後の未来に，予測点（X, Y）付近を伝播しているエネルギー量を事前に計算しておく（Green関数：G(X,Y,T; xi, yi, qn)）．このグリーン関数とデータ同化によって得られているエネルギーの空間と方向の分布，E(xi, yi, qn)，との積を空間および方向積分することにより，予測点（X, Y）でのT秒後の未来を予測することが可能となる．

Green関数法では，予測する地点が少ない場合，遠い未来の予測も短時間で終了させることが可能となる．一方，多数の地点を予測する場合には、その分，計算時間がかかる．Green関数法は，予測する地点が少ない時に，遠い未来も含めた予測を行う場合に有効である．

キーワード：地震動即時予測、データ同化、グリーン関数、遠い未来の予測
Keywords: Earthquake Early Warning , Data Assimilation , Green function, prediction of distant future

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

「揺れの数値予報」への前方散乱モデルの導入
Introduction of forward scattering model into the Numerical Shake Prediction scheme

*小木曽 仁[1]
*Masashi Ogiso[1]

1. 気象庁気象研究所
1. Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency

我々は2011年東北地震で明らかになった緊急地震速報の課題に抜本的に対応するため、波動場のリアルタイムモニタリングに基づく地震動即時予測手法(e.g., Hoshiba, 2013)の研究を進めている。Hoshiba and Aoki (2015)はこの考えに基づき、データ同化を用いて現在の地震動エネルギー分布を推定したのち、2次元の輻射伝達理論を用いて未来の地震動を予測する「揺れの数値予報」の考えを提唱した。Hoshiba and Aoki (2015)では等方散乱モデルを用いて未来の地震動を計算しているが、等方散乱モデルでは直達波付近の地震波エンベロープを適切に表現することができない。本研究では、直達波からコーダ波まで地震波エンベロープ全体を適切に表現できる前方散乱モデル(e.g., Wegler et al., 2006)を「揺れの数値予報」に導入し、その予測結果と等方散乱モデルに基づいた予測結果を比較した。

地震動即時予測の対象とする地震は2016年熊本地震(Mw7.0)として、西南日本を予測対象領域とした。前方散乱を地震動予測に取り込むため、相関距離1km、速度揺らぎのRMS値を0.05とする指数関数型の2次元ランダム媒質を仮定し、ボルン近似によって非等方な散乱係数を計算した。この散乱係数を輻射伝達理論に取り込むことにより、前方散乱を考慮した地震波エンベロープが計算可能となる。なお、等方散乱モデルに基づく予測結果はOgiso et al. (2018)を参照した。

予測震度の最大値の残差を比較したところ、若干ながら等方散乱モデルに基づいた予測のほうが残差が小さかったが、エンベロープ全体の予測残差を比較すると前方散乱モデルに基づいた予測のほうが小さな残差という結果になった。これは、前方散乱モデルに基づいた予測エンベロープが主にコーダ波の部分において観測により近い結果となったためである。なお、等方散乱モデルにてコーダ波の部分の予測精度を向上させるような散乱パラメータを用いた場合、予測震度の最大値が過大評価になってしまう。すなわち、等方散乱モデルに基づいた予測では震度の最大値、またはコーダ波部分のエンベロープのどちらか一方のみ精度の高い予測が可能となるが、前方散乱モデルを用いることにより震度の最大値からエンベロープ形状全体にわたって精度よく予測できる可能性があることがわかった。

前方散乱モデル導入に伴う計算時間の増加は、あらかじめ散乱テーブルを計算しておく等の技法によって、ほぼ無視できる程度に抑えられるものと考えている。したがって、精度の高い地震動即時予測を目的とするならば「揺れの数値予報」には前方散乱モデルを導入するべきである。今後は前方散乱モデルを考慮した不均質減衰構造の推定と「揺れの数値予報」への導入に取り組み、さらなる地震動即時予測精度の向上を目指す。

謝辞

本研究にあたり、防災科研K-NET/KiK-netの波形を使用しました。また、JSPS科研費JSPS科研費JP17H02064及びJP18K13622の援助を受けています。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：地震動即時予測、地震波散乱、地震波減衰
Keywords: real-time ground motion prediction, seismic wave scattering, seismic attenuation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海底水圧変動データを使ったマグニチュード推定の試み
Magnitude estimation by using ocean-bottom pressure gauge data

*中村 武史[1]、荒木 英一郎[2]、高橋 成実[1]、鈴木 健介[2]、山本 俊六[3]、是永 将宏[3]、野田 俊太[3]
*Takeshi Nakamura[1], Eiichiro Araki[2], Narumi Takahashi[1], Kensuke Suzuki[2], Shunroku Yamamoto[3], Masahiro Korenaga[3], Shunta Noda[3]

1. 国立研究開発法人防災科学技術研究所、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、3. 公益財団法人鉄道総合技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Railway Technical Research Institute

大地震の発生が予想されている海溝やトラフ域周辺において、DONETやS-netをはじめとする海底リアルタイム地震観測網が整備されたことにより、海域で発生した地震のシグナル検知時間の短縮や検出限界の向上、震源決定等各種解析の精度向上が確認されている（Nakano et al., 2013）。一方、海底に設置した強震計の応答の非線形性や、強震計自体の回転・傾斜の影響によると考えられるシグナルがデータに混在することがあり、このようなシグナルは海底における地震動成分を解析する上で誤差要因となりうる。2016年4月1日に三重県南東沖で発生した中規模地震（Mjma 6.5）時のDONETの強震計データでは、距離減衰式から予想される値と比べて短周期の変位振幅が最大43倍増幅している上、海底観測点間の振幅のばらつきが陸上観測点間と比べて約2倍大きいことが示されている（Nakamura et al., 2018）。地震時の顕著な増幅や増幅のばらつきは、震源からの放射特性や構造の影響だけでは説明が難しく、応答の非線形性もしくは回転・傾斜の影響を起因とする、震源近傍の複数の強震計データに混入していた加速度オフセットのシグナルがその主因と考えられる。強震時のこのようなシグナルの混入は、マグニチュード評価や断層震源解析等の過大評価や結果の不安定性を招く。そこで本研究では、DONETの強震計（Metrozet社TSA-100S）に代わり、強震計の近くに設置されている水圧計（Paroscientific社8B7000-2）データの振幅解析を試み、強震計データの場合との比較評価から、水圧計データに基づくマグニチュード解析の可能性について検証を行った。

解析では、緊急地震速報や気象庁一元化震源リストの振幅マグニチュード計算で使用されている、変位周期6秒以下の帯域に着目した。近年、水圧計データから地震動成分を解析した研究が発表されており（例えば、Kubota et al., 2017）、周期帯によっては、水圧変動と上下方向の地震動が理論・観測の両面で一致する結果が示されている（Chao et al., 2017; Saito, 2017）。海底観測点の設置水深2,200 mの場合、周期6秒以下の帯域の水圧変動成分は、地動速度の上下動成分と対応しており（例えば、松本・他, 2012）、本研究では水圧波形を一回積分し、6秒のハイパスフィルターを適用することで、マグニチュード計算のための地動変位に相当する成分に変換した。変換後の波形の最大振幅値とマグニチュードを関係づける重回帰式を構築後、各イベントデータについてマグニチュードを推定した。

解析の結果、水圧計データの短周期振幅から推定した値は、気象庁一元化震源リストのマグニチュードと良く相関していることが分かった。推定値について、震源リストのマグニチュードに対する偏差（2σ）は0.70となり、強震計の3成分合成振幅値を使用した場合の偏差0.70と比べ、同等の結果となった。また、強震計で大きな加速度オフセットが見られた2016年4月1日三重県南東沖の地震（Mjma 6.5）時のデータについて、強震計の3成分合成振幅値を使用したマグニチュードは震源近傍のDONET1観測点で6.64–8.34の値であった一方、水圧計データを使ったマグニチュードは6.33–6.81となり、増幅が抑えられていることに加え、安定的な値であることも分かった。変位の短周期成分において、強震計と比べて水圧計は、強震時の応答の非線形性や回転・傾斜の影響が相対的に小さい可能性があり、水圧計の振幅データを活用することで、マグニチュードの安定的な推定につながるかもしれない。

キーワード：DONET、マグニチュード、水圧計、早期地震警報
Keywords: DONET, earthquake magnitude, pressure gauge, Earthquake Early Warning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

最短経路法を用いた波線追跡法適用による津波伝播の計算
Calculation of tsunami propagation by applying ray tracing based on the shortest path method to tsunamis

*関口 渉次[1]
*Shoji Sekiguchi[1]

1. 防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

津波伝搬について表面波の波線追跡法を適用した研究(Satake,1988)はすでに存在しているが、ここでは最短経路法を元にした波線追跡法を適用した。通常の波線追跡法では、震源から出発する波線が速度分布(海洋底の深さ分布)に敏感に反応して目標の到達点に波線を導くことが困難な場合や、求められた波線がlocal minimumに陥っている場合がある。最短経路法を用いた波線追跡法にはそのような心配はない。太平洋地域と日本海地域についてそれぞれ最短経路法を適用した計算を実行してみた。地形データは１分サンプリングのETOPO1を元に、太平洋地域は１度間隔で±５度の近傍データで平均化したものを、日本海地域は0.1度間隔で±0.5度の近傍データで平均化したものを使用した。今回の最短経路法では領域を矩形のセルに分割しセル境界上に均等にノードを分布させセル内でノードを結ぶ直線を想定し伝播時間が最短になる経路を求める。はじめはセルを地形データが作る矩形に一致させ、境界上のノード数は５とし、そこからセルの数とノードの数をそれぞれ２倍に増やしていき、増やした時の平均的な伝播時間と元のそれとの差が６０秒以内になったところで元の時点で収束したと判定することにした。平均的な伝播時間は太平洋地域では地形データをサンプルした１度間隔の地点、日本海地域では同じく0.1度間隔の地点での伝播時間すべてを平均して求めた。震源は太平洋地域ではチリ沖、日本海地域では1983年日本海中部地震付近を想定した。収束したセルとノードの数はそれぞれ（１，１０）、（１，５）となり、所要計算時間はそれぞれ約3.14秒、0.60秒となった。以上のように最短経路法を適用することにより非常に短い計算時間で対象領域全地点での津波到着時間を見積もることができることが示された。なお、太平洋地域の場合、深さ1,000mより浅い地点は計算の対象外とした。

キーワード：津波、最短経路法
Keywords: tsunami, shortest path method

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

津波のグリーン関数Kajiura Filterの級数表現の導出
Derivation of the series expansion of Kajiura filter, Green's function of a tsunami

*亀 伸樹[1]、日下部 哲也[1]、綿田 辰吾[1]
*Nobuki Kame[1], Tetsuya Kusakabe[1], Shingo Watada[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

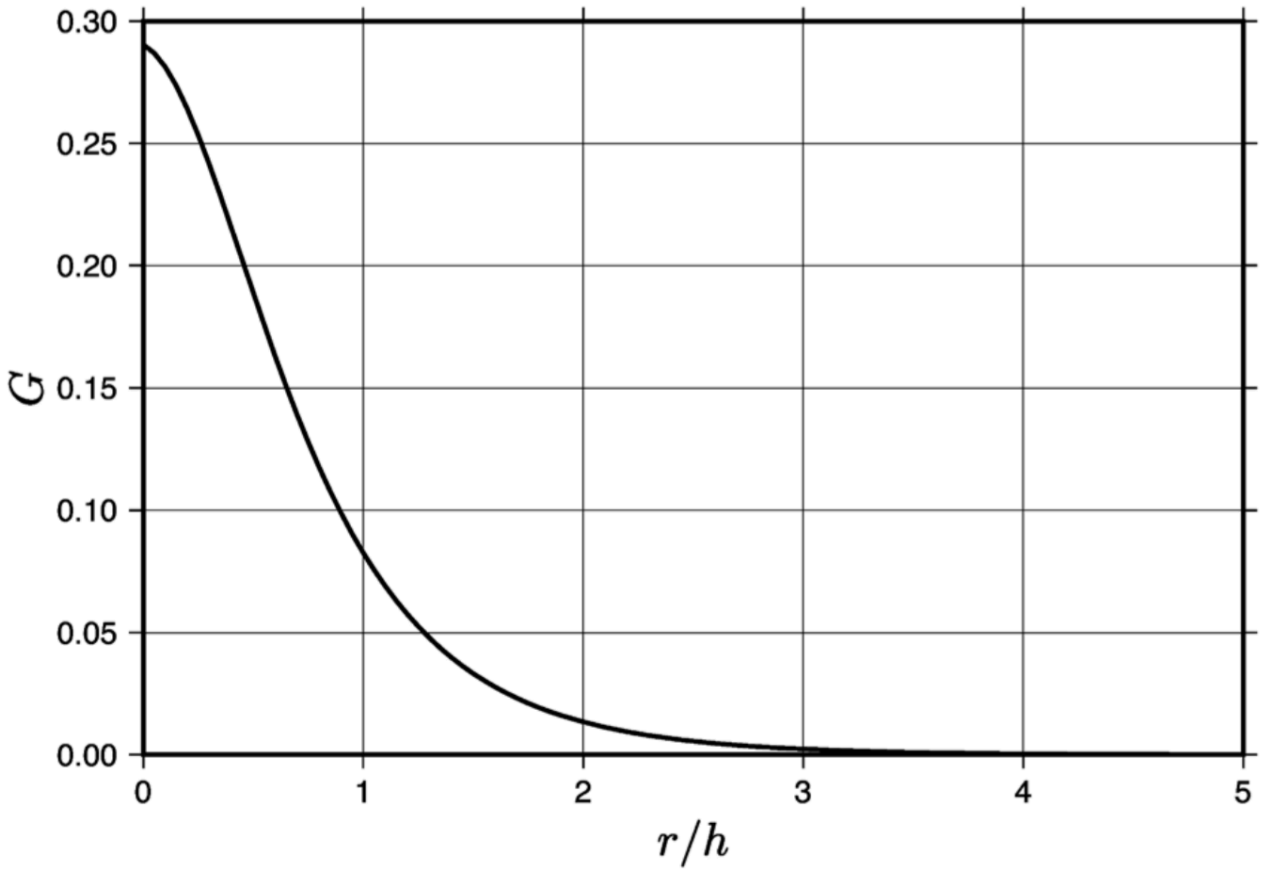
地震に伴う海底地殻変動は、海面変動を引き起こし、そこを源として津波が発生する。非圧縮非粘性流体を仮定し、一様の水深hのモデルを考える。直交座標系(x1、 x2、x3)を考え、x3方向を鉛直上向きにとる。海底面x3=0において上下変動D(x1、x2)が発生した時、瞬時に応答する海面x3=hにおける上下変動η(x1、x2)は、GとDの畳込みで表される。ここに現れるGは、海底面変位の時空間に関するデルタ関数入力に対する海面変動を表すグリーン関数(ここでは無次元量)であり、Kajiura filter [Kajiura (1963)]として広く津波研究において利用されており[例えば、Saito and Furumura (2009) 、 齊藤(2016)]、その起源はTakahashi (1942)の波数領域表現にある。 また、η(x1、x2)は空間領域の畳み込みの形式に加えて、波数領域での積の形をフーリエ逆変換して簡単に計算することも可能である[例えば、 齊藤(2016)]。 Kajiura filterの関数形をFig. 1に示す。グリーン関数の引数は全て水深hで規格化される。 Kajiura (1963)においてKajiura filter の積分表現と級数表現が示されている。実際の津波研究においては数値計算に便利な級数表現がもっぱら利用されている。Kajiura (1963)では、積分表現から出発し、「1/(cosh k)を指数関数で級数展開し項別積分を行うことにより」という注意のみで級数表現を直ちに示している。通常の学術論文では計算過程を全て記述しないのが普通であるが、必ずしも多くの人が式の導出をできるわけではない。ここに計算過程を解説することは有益と思い、本稿においてその式展開を詳細に示すことにする。

【参考文献】日下部 哲也・亀 伸樹・綿田 辰吾、津波のグリーン関数Kajiura filterの級数表現の導出、地震(第2輯)、第71 巻、117-119 頁、2018、DOI: 10.4294/zisin.2017-16

Fig. 1 Plot of Kajiura filter G(r/h), the initial surface displacement due to a spatiotemporal impulsive point displacement at the bottom.

キーワード：津波、グリーン関数、梶浦フィルター
Keywords: Tsunami, Green's Function, Kajiura Filter

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 13:45 ~ 15:15 | A08 東京ベイ幕張ホール

[S-CG59] 地震動・地殻変動・津波データの即時把握・即時解析・即時予測

コンビーナ:小木曽 仁(気象庁気象研究所)、近貞 直孝(防災科学技術研究所)、川元 智司(国土交通省国土地理院)、干場 充之(気象研究所)、座長:干場 充之(気象研究所)、川元 智司(国土地理院)

地震発生後に地震動や地殻変動，津波の状況をリアルタイムに把握し，解析を行い，それに基づき，至近未来予測することが地震や津波の防災／減災につながるものと期待されている．これまでも，緊急地震速報などの地震動即時予測や津波の即時警報への応用がなされてきた．最近は、火山活動の観測においても噴火速報の運用も始まった．一方で，東北地方太平洋沖地震(Mw9.0)やそれに伴う津波などにより，従来の手法の弱点も明らかになり、災害軽減へ向けて更なる改善の努力が進められている．本セッションでは，（準）リアルタイムでの地震動や地殻変動，津波，火山データの即時把握と解析の新しい考え方，手法，及び，地震や津波，火山の防災／減災に向けた即時予測への有効な応用に関する研究成果について広く議論する．

13:45 ~ 14:00

[SCG59-01] Earthquake early warning in the United States and beyond

★Invited Papers

*Richard M Allen[1] (1.University of California Berkeley)

14:00 ~ 14:15

[SCG59-02] 地震計設置地点環境と早期地震諸元推定結果の関係に関する検討

*丹羽 健友[1]、岩田 直泰[1]、山本 俊六[1] (1.公益財団法人　鉄道総合技術研究所)

14:15 ~ 14:30

[SCG59-03] データ同化に基づく地中地震記録を用いた地表地震動の予測（２）

*石原 正也[1]、中原 恒[1] (1.東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻固体地球物理学講座)

14:30 ~ 14:45

[SCG59-04] 長周期地震動の即時予測システムの開発及び実証実験

★招待講演

*青井 真[1]、木村 武志[1]、功刀 卓[1]、鈴木 亘[1]、Dhakal Yadab Prasad[1]、古謝 植之[2] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所、2.気象庁地震火山部)

14:45 ~ 15:00

[SCG59-05] 南海トラフ地震における長周期地震動の即時予測: Green関数を併用したデータ同化手法の有効性

*大峡 充己[1]、古村 孝志[1]、前田 拓人[2] (1.東京大学地震研究所、2.弘前大学大学院理工学研究科)

15:00 ~ 15:15

[SCG59-06] **リアルタイム震度と観測波形を送受信する緊急地震速報システムの開発**

*堀内 茂木[1]、佐藤 優子[1]、卜部 卓[2]、ニザムドン ヤリママット[3]、佐々木 和男[3] (1.株式会社ホームサイスモメータ、2.テレメトラ、3.株式会社チャレンジ)

Earthquake early warning in the United States and beyond

*Richard M Allen[1]

1. University of California Berkeley

The ShakeAlert earthquake early warning (EEW) system is now delivering alerts up and down the west-coast of the United States (California, Oregon and Washington). The warnings are being used by targeted groups including transportation, schools, hospitals and other infrastructure operators. Alert are also available to the public in some regions through smartphone apps, and there is an expectation that they will be more widely available in the coming months. The system is operated by the US Geological Survey in cooperation with UC Berkeley, Caltech, the University of Oregon and the University of Washington.

The ShakeAlerts are currently generated by seismic-only algorithms, specifically the EPIC point-source algorithm and the FINDER finite-source algorithm. A great deal of research effort is underway to determine the accuracy and reliability of the current system, and to determine what additional information could be provided by new algorithms. In particular, the use of geodetic observations to improve magnitude estimates and estimate fault finiteness for the largest events is being explored, as is the addition of the PLUM ground motion model approach.

Looking beyond traditional seismic and geodetic networks, the use of smartphones to detect earthquakes and characterize their likely impact for EEW is also being explored. The MyShake global smartphone seismic network is currently recording ground shaking using the 40,000 Android phones that have the app installed. More than 800 earthquakes around the globe have been detected, and research is underway to use these detections to generate alerts and also to improve the quality of alerts from traditional networks.

Keywords: Earthquake , Warnings

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地震計設置地点環境と早期地震諸元推定結果の関係に関する検討
Study on the relationship between seismometer site environment and earthquake early warning seismic parameter estimation accuracy

*丹羽 健友[1]、岩田 直泰[1]、山本 俊六[1]
*Katsutomo Niwa[1], Naoyasu Iwata[1], Shunroku Yamamoto[1]

1. 公益財団法人　鉄道総合技術研究所
1. Railway Technical Research Institute

地震時に鉄道施設や列車の安全性が懸念される場合、可能な限り早く列車を停止させる地震防災システムが稼動している。このシステムに導入されている早期警報用地震計は、P波を自動で検知し、その初動数秒の情報から地震諸元（震央距離、震央方位、マグニチュード）を推定し、必要に応じて警報を出力する機能を有している。鉄道総研では、地震諸元推定の精度向上に向けて新しいアルゴリズムの開発を行った（岩田ほか，2016）。本研究では、早期地震諸元推定の更なる精度向上を目的として、地震計設置地点の環境が地震諸元の推定結果に与える影響について検討した。ここでは地震計設置地点特性を表す指標として、その地点の静穏性を表すと考えられるP波トリガ前のノイズレベルおよびその地点の表層地盤の固さを表すと考えられるAVS30（地表から深さ30mまでの地盤の平均S波速度）を採用した。

検討には、マグニチュードは2.5～9、震源深さは146km以浅の条件を満たす868地震を用いた。これらの地震を対象に、防災科学技術研究所のK-NETにおいて震央距離が200km以内となる地震波形データを抽出し、20723波形のデータセットを構築した。早期警報用地震計における地震諸元推定では遠方の地震を対象としないことから、震央距離200km以内を対象範囲とした。

はじめに、P波トリガ前2秒間のデータのRMSをノイズレベルとして定義し、ノイズレベルと地震諸元推定誤差の関係について整理した。P波検測は、ノイズレベルが小さいほど小さくなる傾向があり、ノイズレベルが大きいほど、P波の自動検測が目視検測よりも早くなる傾向が見られた。震央距離は、ノイズレベルが大きいほど過小推定する傾向がある。震央方位は、ノイズレベルが小さいほど推定誤差が小さくなる傾向が見られた。変位に基づくマグニチュードは、P波前のノイズレベルの影響をほとんど受けない。これはマグニチュードが振幅の最大値によって決定されるためである。

次に、AVS30を表層地盤の固さを表す指標として用い、AVS30と地震諸元推定誤差の関係について整理した。AVS30はK-NETのPS検層情報から、司・翠川(1999)の方法に従い算出した。P波検測は、AVS30の大小により推定結果に差異が見られないことから、表層地盤の固さの影響を受けにくいと考えられる。震央距離は、AVS30が小さいほど過小推定する傾向があったが、その程度は小さい。震央方位は、AVS30が大きいほど推定誤差が小さくなる傾向があった。マグニチュードについては、AVS30と推定誤差には相関がないことを確認した。

以上より、ノイズレベルが小さく雑振動が少ない静穏な環境で、AVS30が大きい表層地盤が比較的固い地点の方が、早期地震諸元の推定精度が向上することが示された。早期警報用地震計の設置地点を選定する際には、静穏かつ固い表層地盤の地点を優先することが適切と考える。

謝辞
本検討では、国立研究開発法人防災科学技術研究所のK-NETの地震記録と地盤情報を使用させて頂きました。記して感謝します。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：早期地震警報、地震諸元推定、地震計設置地点特性、ノイズレベル、AVS30
Keywords: Earthquake early warning, Seismic parameters estimation, Seismometers installation environment, Noise level, Averaged S-wave velocity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

データ同化に基づく地中地震記録を用いた地表地震動の予測（２）
Prediction of surface ground motion using underground seismic records based on data assimilation (2)

*石原 正也[1]、中原 恒[1]
*Masaya Ishihara[1], Hisashi Nakahara[1]

1. 東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻固体地球物理学講座
1. Solid Earth Physics Laboratory, Department of Geophysics, Graduate School of Science, Tohoku University

はじめに

地震動の即時予測の高度化を目指し, 観測データをシミュレーションに取り込むデータ同化を用いた手法が, 地震波動場の予測(Hoshiba et al. 2015)や津波の予測(Maeda et al. 2015)のため提唱されている. Hoshiba et al (2015)では, 震度の分布を面的に予測するために輻射伝達方程式を使用している. 一方, Maeda et al (2015)では津波予測に波動方程式を使用している. 最近, 古村・他(2018地震学会)では長周期の地震波動場予測に波動方程式を使用している. しかし, もう少しの短周期の地震波の場合には, 観測点密度や計算時間等の制約のためであろうが, まだ波動方程式は使用されていないようである. そこで我々は, KiK-netなどの鉛直ボアホールを対象に問題を1次元に制約し,地震動予測に向けた波動方程式に基づくデータ同化に関する取り組みを開始した(石原・中原, 2018 地震学会). 地中地震記録から地表地震記録を迅速かつ高精度で再現可能ならば, 地表地震記録のみを用いる場合より, 警報を出す時間を早められるだろう. 本研究は, 直下型地震に対するオンサイト型の緊急地震速報の高度化に向けた基礎研究と位置づけられる.

データ・手法

本研究では, 防災科学技術研究所のKiK-net観測網の中でCHBH10(千葉)を利用した. この観測点では地表と深さ2000mに強震計が設置されている. 千葉県周辺で発生したM5以上の地震60個に対して解析を行った. シミュレーションには, 水平成層構造における平面波の斜め入射を差分法で効率的に解くことが出来る田中・竹中(2004)の手法を用いた. 地中記録のP波初動部分１秒間の波形から粒子軌跡を描き, 地震波の到来方向と入射角を計算した. 速度検層による地震波速度構造に対して, 方位角・入射角の結果と地中記録を用いて, 波動方程式の差分計算により地中から地表面にかけての波動場のシミュレーションを行い, 地表の観測波形と計算波形とを比較した.

結果・考察

石原・中原 (2018 地震学会)では本解析における二つの問題点を明らかにした. 一つ目は, 時間の経過に伴い再現が悪くなる事である. これは, 地中において観測波形(上昇波+下降波)と計算波形(下降波)が一致しない時に発生する, 人工的な上昇波の生成の影響である. もう一つの大きな問題が, 入射角の大きいイベント程再現が悪くなる事である. これは, 地中観測点にP波部分の観測値(速度振幅)を入力する際に, 応力の情報が無い為に人工的なSV波が発生してしまうからである.

今回, 我々はこの影響を評価する為に, P波入力を想定した速度波形(応力は0)を用いた時に発生するSV波の振幅を計算した. 入射角は0˚～45˚まで1˚刻みで変化させた。その結果, 人工的なSV波はP波最大振幅との振幅比で, 入射角10˚で約4%, 20˚で約10%, 30˚で約25%, 45˚で50%発生する事が分かった. 加えて, 上記の影響を減らすために, 仮想的な応力条件や地中観測点を追加し再解析を行い, それらを評価した.

今後, Haskell法で計算された理論的な波動場と比較を行う予定である。また、上記の問題点を解決し予測精度を向上させる為に, 地中観測点配置の最適化や適切な応力条件の設定方法を考えていく.

キーワード：緊急地震速報、データ同化

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: earthquake early warning, data assimilation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

長周期地震動の即時予測システムの開発及び実証実験
Development of Realtlime Long-Period Ground-Motion Prediction System and Demonstration Experiment

*青井 真[1]、木村 武志[1]、功刀 卓[1]、鈴木 亘[1]、Dhakal Yadab Prasad[1]、古謝 植之[2]
*Shin Aoi[1], Takeshi Kimura[1], Takashi Kunugi[1], Wataru Suzuki[1], Yadab Prasad Dhakal[1], Naoto Kojya[2]

1. 国立研究開発法人防災科学技術研究所、2. 気象庁地震火山部
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. Japan Meteorological Agency

地震の発生そのものを予知することは現状の技術では困難であるが、地震観測網や情報技術、通信環境の発展により、地震発生直後にその情報を迅速に伝えることは可能となってきた。鉄道においては1990年前後から新幹線の早期地震検知警報システムが実用化されたほか、全国規模の予報・警報としては気象庁による緊急地震速報の運用が2007年から始まるなど、地震動の即時予測情報は社会的に重要な役割を果たしている。

一方、緊急地震速報の発表指標は震度のみであり、長周期地震動などより広帯域の地震動情報への対応はなされていない。大地震に伴って発生する長周期地震動は、高層ビル等を大きくかつ長く揺らし、室内の家具の転倒・移動やエレベータの損傷等の被害をもたらす。気象庁では、震度では表すことのできない長周期地震動へ対応するため、周期1.6～7.8秒の間の絶対速度応答スペクトル（減衰定数5%）の最大値にもとづく長周期地震動階級を定め、地震直後にその階級を発表している。Dhakal et al. [2015]は、K-NET及びKiK-netで観測された36地震・12,401の強震記録を用いて、固有周期1-10秒、減衰定数5%の絶対速度応答に関する予測式を開発した。この予測式はJ-SHIS（Japan Seismic Hazard Information Station）の深部地盤構造モデルにおけるS波速度1.4km/s層の上面深さを用いて地点毎に補正することで精度高い予測を可能としている。また、この予測式はモーメントマグニチュードMwではなく、地震直後に入手可能な気象庁マグニチュードMjを用いていることも大きな特徴である。我々は、この予測式と緊急地震速報により与えられる震源位置と地震規模を用いた長周期地震動の即時予測システムを開発した。

気象庁では近い将来に、緊急地震速報と同様な予報・警報を長周期地震動に関しても出すことを計画しており、長周期地震動に関する情報検討会多様なニーズに対応する予測情報検討ワーキンググループを設置して検討を進めてきた。気象業務法における予報業務を行う場合には気象庁の許可が必要なため、防災科研は気象庁と連携し、将来の予報業務許可事業者としての役割を防災科研が担うことで長周期地震動に関する予測情報を試験的に配信し、その効果及び利活用方法の検証、課題の抽出・整理等を行うことに加え、長周期地震動の理解促進、長周期地震動階級の周知等を目指した実証実験を行っている。実証実験は大きく2種類から成っており、1つは「機械処理可能な予測結果を利用した実験」で、もう1つは「予測結果の分布図を利用した実験」である。

本講演では、長周期地震動の即時予測システムや、APIや長周期地震動モニタを用いたユーザーへの観測及び即時予測情報の配信に関する実証実験の内容やその成果について紹介するとともに、今後の展望について述べる。

キーワード：長周期地震動、即時予測、緊急地震速報、実証実験
Keywords: long-period ground-motion, realtlime prediction, earthquake early warning, demonstration experiment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南海トラフ地震における長周期地震動の即時予測: Green関数を併用したデータ同化手法の有効性

Real-time forecasting of long-period ground motions for the Nankai Trough earthquake: The effectivity of the Green function-based data assimilation method

*大峡 充己[1]、古村 孝志[1]、前田 拓人[2]
*Atsuki Oba[1], Takashi Furumura[1], Takuto Maeda[2]

1. 東京大学地震研究所、2. 弘前大学大学院理工学研究科
1. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 2. Graduate School of Science and Technology, Hirosaki University

本研究では、強震観測データと地震波伝播シミュレーションの同化に基づく長周期地震動の即時予測の実現に向け、データ同化手法の高速化に向けた検討を行った。

これまでFurumura et al. (2019)は、K-NETとKiK-net強震観測と３次元差分法による地震波伝播シミュレーションのデータ同化に基づき、2007年新潟県中越沖地震と2011年東北地方太平洋地震における、都心の長周期地震動の即時予測実験を行った。データ同化には、震度の即時予測(Hoshiba and Aoki, 2015)や津波の即時予測(Maeda et al., 2015; Gusman et al., 2016)などで広く用いられている最適内挿法が用いられ、長周期地震動の計算は３次元地下構造モデルを用いた差分法計算により行われている。近年の高速計算機により、日本列島規模の長周期地震動のシミュレーションは、地震波(表面波の基本モード)の伝播速度の数倍以上の速度で行うことは十分可能になった。しかし、長周期地震動の予測から揺れが実際に始まるまでの十分な時間的猶予を確保するためには、コストの高い地震波伝播計算を、より高速に行うための研究開発が必要である。

そこで、本研究は従来のデータ同化・予測に表面波伝播のGreen関数を活用して高速化する手法の有効性を検討した。この手法はWang et al. (2017)でGreen’s Function-Based Tsunami Data Assimilation (GFTDA)として、沖合津波計を用いた津波の高速データ同化・予測手法として提案されている。GFTDAでは、予めデータ同化地点と最終予測地点の間の津波伝播のGreen関数を計算しておき、これをデータ同化地点での観測データとシミュレーション結果との残差に畳み込み積分することで、予測地点の波形を計算する。差分法によって残差を時間発展させていく計算過程を予め計算されたGreen関数で代用するため、最終予測地点の津波波形を瞬時に求めることができる。通常のデータ同化に基づく予測手順と数学的に等価であることはWang et al. (2017)により証明されている。

本研究では、まずこの手法の長周期地震動への適用性を確かめるために、2004年紀伊半島南東沖地震(M7.4)のK-NET, KiK-net強震観測データを用いたデータ同化の数値実験を行い、K-NET新宿地点(TKY007)の長周期地震動の予測を行った。同化・予測計算はJ-SHIS地下構造モデルに対して行った。Green関数の計算を効率的に進めるために、相反定理を用いた震源と観測点を入れ替えた計算を行った。実験より、従来のデータ同化手法による予測とGreen関数を併用した本手法による予測が同一となることを確認した。本手法の活用により、震源域近傍の和歌山県～三重県の観測データの同化後、直ちに遠地の最終予測地点の長周期地震動が得られることから、猶予時間を大幅に拡大することができる。さらに、熊野灘沖のDONET観測網を利用することで、より即時予測の精度の向上と猶予時間の確保が期待できることも確認した。

続いて、Green関数を併用した手法を用いた南海トラフ地震の長周期地震動の即時予測実験を行った。最終

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

予測地点はKiK-net此花(OSKH02)、K-NET津島(AIC003)、新宿(TKY007)の３点である。震源モデルに内閣府(2016)の1944年東南海地震と1946年南海地震、そして想定最大級(M9)のものを用いた。それぞれの地震の長周期地震動は３次元差分法計算により求め、これを想定観測データとみなして実験に用いた。本実験ではK-NET, KiK-netに加え、DONET、気象庁海底ケーブル地震計、及び高知県沖～日向灘に展開が計画されている海底津波地震観測網N-netの予想地点での想定観測データも用いた。最終予測地点の長周期地震動の強さは、水平動の速度応答スペクトルのGMRotD50 (水平２成分の波形記録を0˚90˚回転させたときのそれぞれの速度応答スペクトルの幾何平均のメディアンの値; Boore et al., 2006)により評価した。また、長周期地震動の継続時間の影響を評価するために、地動の累積変動量も計算した。これらの長周期地震動の予測精度は同化の経過とともに一様に高まる。例えば昭和南海地震の震源断層モデルと破壊が東側(熊野灘沖)から進行する地震シナリオでは、地震発生から70秒後の新宿地点の速度応答スペクトル(固有周期10秒)と累積変動量の予測は、大きな揺れが始まる約80秒前に実際の7割のレベルまで達成することを確認した。一方、破壊が西(足摺岬沖)から始まるシナリオでは、最終予測地点が遠い分、同等の予測精度を得る時点でより長い猶予時間(約120秒)が確保できることがわかった。しかしながら、断層破壊が都心に近づくにつれ、長周期地震動レベルが増大するため、より長時間(100秒間)の同化時間が必要であった。いずれにせよ、精度の高い予測と猶予時間の両方を確保するためには、震源域近傍での強震観測とともに、巨大地震の断層破壊の拡大に合わせてデータ同化を一定時間続け、予測を更新し続けることが必要である。

キーワード：長周期地震動、データ同化、Green関数
Keywords: long-period ground motions, data assimilation, Green's function

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

リアルタイム震度と観測波形を送受信する緊急地震速報システムの開発

Development of EEW system exchanging real-time seismic intensity and seismic waveform

*堀内 茂木[1]、佐藤 優子[1]、卜部 卓[2]、ニザムドン ヤリママット[3]、佐々木 和男[3]
*Shigeki Horiuchi[1], Yuko Sato[1], Taku Urabe[2], Yamaimaiti Nizhamudong[3], Kazuo Sasaki[3]

1. 株式会社ホームサイスモメータ、2. テレメトラ、3. 株式会社チャレンジ
1. Home Seismometer Corporation, 2. telemetra , 3. Challenge

１．　はじめに　2018年3月２２日より、緊急地震速報のPLUM電文が発表されるようになった。この電文には、従来の震源とマグニチュードの他に、リアルタイム震度のデータが含まれている。大地震が発生すると、マグニチュードが飽和することから、気象庁は、震度予測にPLUM法を用いることを推奨している。プラム電文には、気象庁の全観測点のデータが含まれているが、PLUM法は、自分が位置するところから半径30km以内の観測点の中で、リアルタイム震度が最大となるデータのみを用いている。堀内・他（2011）は、リアルタイム震度の空間分布を用いて、巨大地震の震源域拡大をリアルタイムで推定する方法を提案しているが、本報告では、PLUM電文に含まれる全観測点のリアルタイム震度のデータを用いて、震源域の拡大をリアルタイムで推定し、パソコンの画面に表示し、音声出力するシステムを開発した。このシステムには、近傍の観測点の波形データを表示させる機能も含まれている。

2. 震源域拡大のリアルタイム推定法　緊急地震速報によるマグニチュードが、7.7以上の地震が発生した場合は、巨大地震が発生した可能性があるとし、堀内・他（2011）の方法を用いて震源域の広がりを推定するようにした。いわゆるマグニチュードの飽和の問題があるため、巨大地震が発生した場合には、司・翠川式による予測震度は、観測震度に比べ小さくなる。堀内・他の方法は、観測震度が予測震度に比べ小さい場合に、司・翠川式に含まれる断層最短距離を、予測震度と観測震度が一致するように観測点毎に求める。次に、震源と、観測点とを結ぶ直線上に、断層最短距離から推定される断層端の位置をプロットし、その空間分布から、震源域の広がりを推定するものである。

３．システムの概要　本システムは、センターサーバ、卜部（2018）他により開発されたラスベリーパイを用いた加速度センサーの観測点、及び、ユーザーのWindows PCから構成されている。センターサーバは、（１）気象庁からのプラム電文の受信、（２）観測点からの波形データの収集、（３）ユーザー情報登録の受付、（４）地震発生時に、ユーザーのPC、および、ラスベリーパイの観測点に、１）緊急地震速報による震源パラメータ、２）気象庁観測点と、ラスベリーパイの観測点からのリアルタイム震度、３）地震発生時の、各ユーザーへの波形データ、を配信する。ユーザーは、ユーザーが位置する場所の座標等の情報をＷｅｂ画面から登録し、パソコン用のソフトウエアをダウンロードすることにより利用できる。ユーザーソフトウエアは、気象庁からの緊急地震速報が配信された場合に、予測震度を画面出力し、音声出力する。巨大地震が発生した場合には、リアルタイム震度の分布から、震源域の広がりを推定する。また、ユーザーが位置するところに最も近い観測点が、有感地震を検出した場合は、そこで観測されたリアルタイム震度と波形データが、サーバ経由で送られるので。それを受信し、画面出力する。また、地震発生時の訓練の機能があり、センターサーバで、ユーザーが地震を発生させると、それから計算される震度データがそのユーザーに送信される。パソコンソフトは、送られてきたデータから予測震度を計算する。それがM7.7以上の巨大地震であれば、震源域の拡大を求め、表示するようになっている。ラスベリーパイの中に、パソコンと同様のソフトをダウンロードすると、地震発生時に、音声出力、画面出力が行われるようになる。

４．結果

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

（１）ユーザーは、ソフトウエアをダウンロードだけで、近傍のラスベリーパイの観測点からの、震度や、リアルタイム波形を取得可能であることから、これらのデータが、高精度の被害予測に活用できると期待される。

（２）過去に発生した、東日本大震災、十勝沖地震等大きい地震１７個について、K-NETで観測されたリアルタイム震度のデータを用いて、リアルタイム震度から推定される震源域の広がりを調べた。その結果、ほぼ正確な震源域が推定されることが示され、M8以下の地震で、推定された震源域が、異常に大きくなることはなかった。この結果から、将来の巨大地震発生時に、このシステムにより、ほぼ正確な震源域の広がりがリアルタイムで推定できると思われる。

キーワード：緊急地震速報、巨大地震の震源域拡大のリアルタイム推定、波形データの交換、ラスベリーパイの観測点
Keywords: EEW, Real-time estimation of the spread of the fault area of a Catastrophic earthquake, exchange of seismic waveform, Rasberry pi seismic station

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 S (固体地球科学)：S-CG 固体地球科学複合領域・一般

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | A08 東京ベイ幕張ホール

[S-CG59] 地震動・地殻変動・津波データの即時把握・即時解析・即時予測

コンビーナ:小木曽 仁(気象庁気象研究所)、近貞 直孝(防災科学技術研究所)、川元 智司(国土交通省国土地理院)、干場 充之(気象研究所)、座長:近貞 直孝(防災科学技術研究所)、小木曽 仁(気象研究所)

地震発生後に地震動や地殻変動，津波の状況をリアルタイムに把握し，解析を行い，それに基づき，至近未来予測することが地震や津波の防災／減災につながるものと期待されている．これまでも，緊急地震速報などの地震動即時予測や津波の即時警報への応用がなされてきた．最近は、火山活動の観測においても噴火速報の運用も始まった．一方で，東北地方太平洋沖地震(Mw9.0)やそれに伴う津波などにより，従来の手法の弱点も明らかになり、災害軽減へ向けて更なる改善の努力が進められている．本セッションでは，（準）リアルタイムでの地震動や地殻変動，津波，火山データの即時把握と解析の新しい考え方，手法，及び，地震や津波，火山の防災／減災に向けた即時予測への有効な応用に関する研究成果について広く議論する．

15:30 ~ 15:45

[SCG59-07] 自治体震度計ネットワークによるリアルタイム震度評価の高度化 −鳥取県の事例−

*香川 敬生[1] (1.鳥取大学大学院工学研究科)

15:45 ~ 16:00

[SCG59-08] **地震防災のためのリアルタイム震度の'ライブ映像'および'最大震度分布図'の作成 -表層地盤増幅率を活用した面的震度表示-**

*神定 健二[1]、高橋 功[1]、篠原 芳紀[1]、Ibrahim Rami[2] (1.（株）高見沢サイバネティックス、2.東京大学地震研究所)

16:00 ~ 16:15

[SCG59-09] 実運用に向けた電子基準点リアルタイム解析システムREGARDの改良

*大橋 和幸[1]、阿部 聡[1]、撹上 泰亮[1]、川元 智司[1]、宗包 浩志[1] (1.国土交通省国土地理院)

16:15 ~ 16:30

[SCG59-10] MCMCによる震源断層モデル推定の不確実性リアルタイム評価手法の開発

*大野 圭太郎[1]、太田 雄策[1] (1.東北大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター)

16:30 ~ 16:45

[SCG59-11] 漂流フロートによる津波起因水中圧力変化観測

*大林 政行[1]、綿田 辰吾[2]、杉岡 裕子[3] (1.独立行政法人海洋研究開発機構 地球深部ダイナミクス研究分野、2.東京大学地震研究所、3.神戸大学理学研究科惑星学専攻)

16:45 ~ 17:00

[SCG59-12] 海洋への隕石落下による津波の即時予測手法の開発

*近貞 直孝[1]、馬場 俊孝[2]、布施 哲治[3] (1.防災科研、2.徳島大学、3.情報通信研究機構)

自治体震度計ネットワークによるリアルタイム震度評価の高度化 –鳥取県の事例–

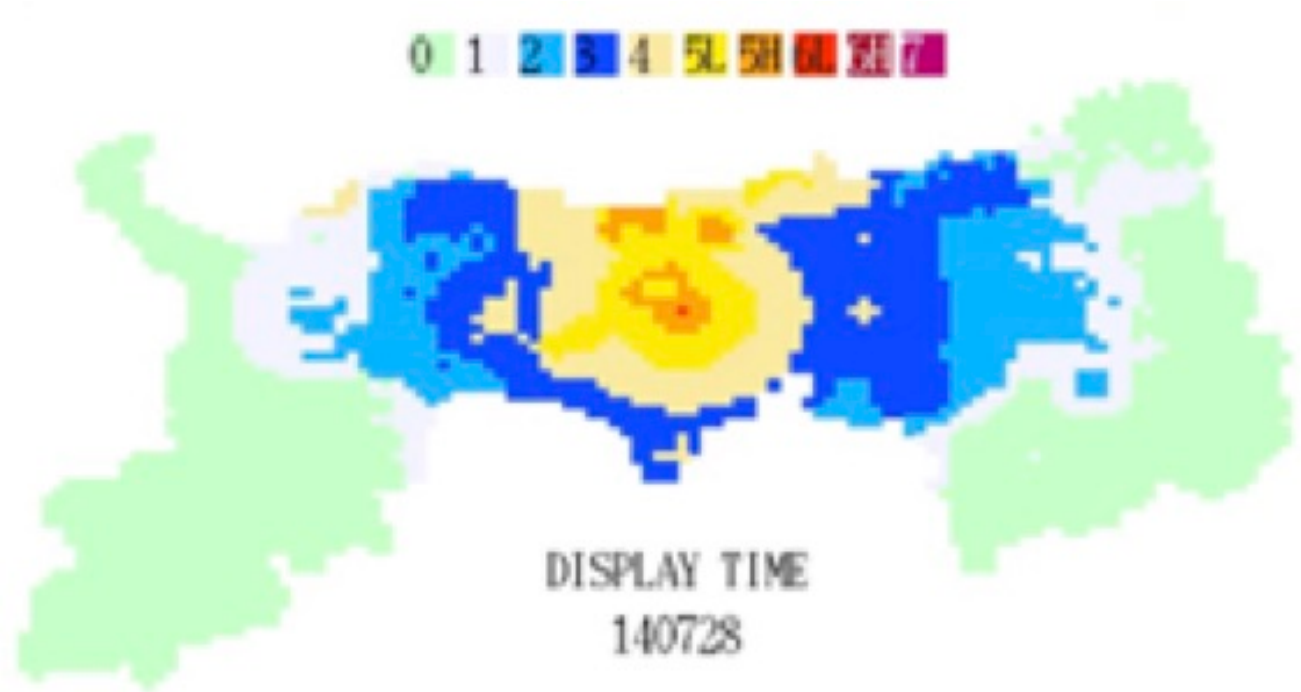
Enhancements of real time seismic intensity estimation using seismic intensity meters maintained by a local government –Case study on Tottori prefecture -

*香川 敬生[1]
*Takao Kagawa[1]

1. 鳥取大学大学院工学研究科
1. Tottori University Graduate School of Engineering

緊急地震速報を高度化，高精度化するためには，観測点の密度を高くすることが解決方法のひとつと考えられ，現状で最も高密度に配置されている自治体（平成の大合併前の市町村）震度計の活用がまず考えられるべき候補となる．そこで，鳥取県の震度観測ネットワークを対象に１秒パケットで最大加速度およびその時点の震度情報を配信できるようにシステム更新をおこない，そのデータにPLUM法を適用し，準リアルタイムに県内震度分布の推移を表示するシステムを作成している．今回，これに震度の距離減衰と予測１kmメッシュ点の全てを２次震源とする波動伝播を導入した。また，Ｐ波振幅より震度を予測する手法も導入することにより，迅速かつ精度の高い準リアルタイム震度分布の予測が可能となった．図は2016年10月21日に発生した鳥取県中部の地震を模擬したとデータに適用した事例であり，緊急地震速報第１報（予報）が発令された瞬間の予測震度分布になる．県内が有感となった他の地震への適用例を含めて，現状の成果を報告する．

キーワード：震度計、リアルタイム、PLUM法、P波
Keywords: Local Government, Seismic Intensity Meter, Real Time, PLUM method, P wave



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地震防災のためのリアルタイム震度の'ライブ映像'および'最大震度分布図'の作成
-表層地盤増幅率を活用した面的震度表示-
Drawig of the realtime seismic intesity on live screen and maximum distribution map for the Earthquak disaster prevension.
-Planar indication of seismic intensity using surface ground amplification factor-

*神定 健二[1]、高橋 功[1]、篠原 芳紀[1]、Ibrahim Rami[2]
*Kenji Kanjo[1], Isao Takahashi[1], Yoshinori Shinohara[1], Rami Ibrahim[2]

1.（株）高見沢サイバネティックス、2. 東京大学地震研究所
1. Takamisawa cybernetics Co. Ltd, 2. Earthquake Research Institute, University of Tokyo

地震による被害は、内陸部で発生する小規模な地震（マグニチュードクラス4.5）から2011年の東北地方太平洋沖地震（Mw 9.1）のように大規模な地震によって引き起こされる可能性がある。 近年、観測データのインバージョン分析から破壊帯の詳細な変位量を推定することが可能になり、 さらに、地震動予測式（ＧＭＰＥ）および地震予測レシピも提案されている。 これらの開発は、地震防災対策に貢献しました。 2007年から日本の気象庁による緊急地震速報システム（EEW）の運用が開始されました。防災に大きな影響を与える情報を発行することは非常に有用ですが、EEWが発行する情報にはまだいくつか問題があります。 例えば、“ブラインド･ゾーン”として呼ばれる警報の未配信領域を残し、S波の到着の後に警報が出されることがある。

我々は、2016年の熊本地震（Mw 7.0）と2019年1月3日（Mw 5.1）の地震で記録された稠密地震ネットワークデータセットを使用した。 マグニチュードと震源の大きさの領域の違いにもかかわらず、2つの地震は近い最大震度値を示した。 この地域の地震計の平均間隔分布が約4-5 kmであることに注目し、各観測点の自由表面上の最大ピーク地面加速度（PGA）をJ-SHIS（NIED）の1kmメッシュの表層地盤増幅率をサイト効果情報としてPGAをエンジニアリング基盤に補正した。 工学的基盤上のPGAを用いて、１km平方の各格子点における表面増幅率を乗じて自由表面上のPGAを推定し、次に各１ｋｍメッシュにおける震度を評価した。 観測点と各メッシュ間の距離を考慮して観測点ごとにこのプロセスを繰り返し、ライブ映像を示し、最後に最大震度マップを作成した。

本手法は、見かけ速度から震源の位置（近いか遠い）と、震源の深さ（浅いか深い）についての素早い情報を得ることができる。 また、PGAの空間分布から推定される震源のサイズ（小または大）の情報も得ることができる。 また、震源におけるS波/ P波の理論振幅比（5倍）を用いて、いわゆるP波検出と最大震度分布予測によるスケーリングを試みた。

EEWの性能を向上させるために高密度観測網によりリアルタイムで強震動を観測することは非常に重要なことです。 次期地方自治体計測震度計更新計画では、自治体自身で独自の地震防災情報処理システムを整備することを強く勧めます。 気象庁は、各地方自治体のサーバー解析情報を統合することで、緊急地震の配信速度を速め、精度を向上させる（ブラインド･ゾーンの解消、数千点に及ぶ観測点データを直接テレメータすることなく）ことが可能となる。

謝辞
今回の解析に使用した震度計データを 気象庁Webページにアップロードして頂いた、東京都、京都府、大阪府、札幌市、熊本県、宮城県、福島県、茨城県の関係者と気象庁の方々に、我々は感謝の意を表します。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：自治体震度計、工学基盤震度、表疎増幅率での評価、リアルタイム震度、ライブ映像、最大震度分布図
Keywords: Local government measurement intensity meter, Engineer basement seismic intensity , Evaluate by surface amplification factor , Real time seismic intensity, Live view, Maximum seismic intensity distribution map

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

実運用に向けた電子基準点リアルタイム解析システムREGARDの改良
Improvements of the GEONET real-time analysis system (REGARD) for more reliable operation

*大橋 和幸[1]、阿部 聡[1]、撹上 泰亮[1]、川元 智司[1]、宗包 浩志[1]
*Kazuyuki Ohashi[1], Satoshi Abe[1], Yasuaki Kakiage[1], Satoshi Kawamoto[1], Hiroshi Munekane[1]

1. 国土交通省国土地理院
1. GSI of Japan

リアルタイムGNSS測位により得られる変位は，長周期成分に対しては飽和する恐れがなく，地震計では精度が落ちる巨大地震による長周期成分も正確に捉えることが可能である．国土地理院においても東北大学と共同で，GNSSを用いた即時的震源断層モデル推定システム（REGARDシステム）を開発し，平成28年度から運用を開始した．運用開始後はすでに平成28年熊本地震を経験することとなり，VR96%という高い信頼性の矩形断層モデルを推定することに成功している．このようにREGARDシステムは巨大地震時に迅速に地殻変動，有限断層モデル，地震規模を提供するものとしてますますその重要性を増しているところである．そして，今後は，安定した運用のために，異なる測位手法の導入による頑健性向上を目的にシステムの拡充を行う．

REGARDは相対測位により座標を計算しているが，観測データの差を計算するため，1点が欠測すると解が得られない．特に，固定点が欠測すると，影響は全点にも及ぶ．そこで，精密単独測位（PPP）の導入を試みた．リアルタイムでPPP解析を行うには，補正情報が不可欠である．今回導入したシステムでは，世界中の100点程度の観測点からリアルタイムデータを収集し，暦や補正情報をMADOCA（Multi-GNSS Advanced Demonstration tool for Orbit and Clock Analysis）によって推定し，電子基準点のリアルタイム観測データと併せてPPP解析を実施している．

リアルタイムPPP解析の精度評価を行った結果，相対測位であるREGARDよりは劣るが，PPP解析結果に対して他点との差を計算する（PPP-differential）ことで精度が向上することが確認された．REGARDと比較しても遜色ないレベルで，REGARDの冗長性・頑健性の向上に役立つと期待される．

キーワード：REGARD即時推定、全球測位衛星システム、精密単独測位
Keywords: REGARD, GNSS, PPP

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

MCMCによる震源断層モデル推定の不確実性リアルタイム評価手法の開発

Development of “real-time” uncertainty evaluation algorithm for the estimated coseismic fault model using MCMC approach

*大野 圭太郎[1]、太田 雄策[1]
*Keitaro Ohno[1], Yusaku Ohta[1]

1. 東北大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター
1. Recerch Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions, Graduate School of Science, Tohoku University

Rapid understanding of the magnitude of large earthquakes and their associated fault dimensions are extremely important. Since September 2012, Geospatial Information Authority of Japan (GSI) and Tohoku University are jointly developing the GEONET real-time analysis system (REGARD). REGARD system rapidly estimates two types of coseismic fault models, which are slip distribution along the plate interface and single rectangular fault model, using permanent displacement field based on the real-time GNSS tine series. Currently, REGARD adopted the maximum likelihood approach to estimate the optimum model. The system has two points to be improved. As first point, it is difficult to estimate the quantitative uncertainty estimation of the obtained result because of the estimated result should contain both of the observation error of the real time GNSS and modeling error caused by the model settings. Understanding of such uncertainties quantitatively based on the data is important for evaluation of the result for disaster response. Second point, the problem is non-linear to estimate the single rectangular fault model in REGARD. Thus, the result strongly may depend on the initial values of the fault parameters. It is necessary to find the global minimum quickly for real-time use.

Based on these backgrounds, we are developing coseismic fault model estimation system using MCMC (Markov Chain Monte Carlo methods), which is probabilistic approach based on Bayesian statistics. MCMC does not specify one maximum likelihood value, but estimates the posterior probability density function (PDF). In addition, dependency on the initial value is relatively small by searching unknown parameters over a wide range randomly. In this study, we focus on the development the algorithm to estimate the single rectangular fault model deduced from permanent coseismic displacement field in real-time. We adopted basic Metropolis Hasting method as sampler and utilized parallel tempering approach to improve the sampling efficiency. One of the challenges for using MCMC in real time is how to make search settings, such as initial value, walk distance, variance of likelihood function, and Burn-in, which are generally decided by the try and error. We suggest a method of deciding these values automatically using scaling law and original sampling flow. Other challenging issue is calculation time. In generally, the calculation cost of MCMC is problem for the real-time purpose. To improve the performance of the MCMC we adopted OpenMP for the parallelization of the computing.

We applied this approach to the 2011 Tohoku-Oki earthquake, 2016 Kumamoto earthquake, and 2016 Fukushima-Oki earthquake using the actual permanent displacement time series from REGARD. In each estimations, we got 1×10^6 samples and obtained posterior PDF within 30 seconds. To emphasize, this algorithm could estimate the magnitude as distributions based on the data. Especially in Tohoku-Oki earthquake, obtained results clearly shows the tradeoff between the fault area and the slip amount. This result suggests that the onshore GNSS data cannot constrain them, which are extremely important factors

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

for precise near-field tsunami forecasting.
In our presentation, we will show the more detail characteristic of the algorithm. We are working on development of it for single rectangular fault model aiming at actual operation. Furthermore, we will expand this approach to not only the single rectangular fault but also the slip distribution along the plate interface.

キーワード：マルコフ連鎖モンテカルロ法、GNSS、リアルタイム、即時予測、ベイズ、不確実性
Keywords: MCMC, GNSS, real-rime, rapid prediction, bayesian, uncertainty

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

漂流フロートによる津波起因水中圧力変化観測
Drifting float measurement of pressure change by tsunami

*大林 政行[1]、綿田 辰吾[2]、杉岡 裕子[3]
*Masayuki Obayashi[1], Shingo Watada[2], Hiroko Sugioka[3]

1. 独立行政法人海洋研究開発機構 地球深部ダイナミクス研究分野、2. 東京大学地震研究所、3. 神戸大学理学研究科惑星学専攻
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 3. Department of Planetology, Kobe University

Recently a new instrument, named MERMAID (Mobile Earthquake Recording in Marine Areas by Independent Divers), was developed to measure acoustic signals converted from seismic waves at the seafloor. The MERMAID is a Lagrangian drifter equipped with a hydrophone and drifts passively at 1,500 –2,000 m depth until an earthquake signal is detected. If this is identified as a strong P wave, the MERMAID ascends at speed of 10 cm/s for transmission of the recorded waveform within time window of a hundred seconds before and after the P wave arrival as well as its global positioning system (GPS) coordinates at the surface. After transmitting the data via satellite links, the MERMAID descends at speed of 5 cm/s to monitor earthquake signals at 1,500 –2,000 m depth again.
It was reported that tsunamis were recorded by hydrophones (e.g. Okal et al., 2007), notably in frequency bands extending outside the range of the Shallow Water Approximation. If MERMAID floats can cover the oceans as dense as the Argo project of which almost 4000 floats are now drifting to measure temperature and salinity in the oceans, we acquire valuable tsunami data. Here we estimate what signals are observed by a MERMAID, by comparing to the pressure change of the 2010 Chile Tsunami measured by a differential pressure gauge (DPG) at about 4800 m deep seafloor.
We assume linearized water wave with period T, amplitude H, and phase velocity c as shown in Figure 1. Phase velocity c is given by $c = (g \tanh(kD) / k)^{1/2}$, where k is horizontal wavenumber $k = \omega/c$, $\omega = 2\pi/T$ is angular frequency and g is gravity. The wavenumber $k(\omega, D)$ of the water waves in a constant depth ocean as a function of a wave period is obtained by the recursion equation. The water wave height $W(x, t)$ as the function of time t and horizontal position x is expressed as
$W(x,t) = H e^{i(kx-\omega t)}$
The MERMAID is Lagrangian float drifting at a depth of z ($0 > z > -D$) and measures Lagrangian pressure of water, where D is water depth.
Lagrangian pressure $\delta p(x, z, t)$ is given by
$\delta p(x, z, t) = -\{H \rho_0 g \sinh(kz) / (\sinh(kD) \cosh(kD))\} e^{i(kx-\omega t)}$
Eulerian pressure is given by
$p'(x, z, t) = \{H \rho_0 g \cosh(k(D+z)) / \cosh(kD)\} e^{i(kx-\omega t)}$
Therefore, pressure measured by a DPG at seafloor is expressed as
$p'(x,-D, t) = \{H \rho_0 g / \cosh(kD)\} e^{i(kx-\omega t)}$
and the pressure $\delta p(z)$ measured by a MERMAID at z depth can be related with the DPG pressure $p'(D)$ by
$\delta p(z) = R\, p'(-D)$, $R = -\sinh(kz) / \sinh(kD)$
If T is large enough that k is close to 0, R becomes close to z/D. Figure 2 shows the R as the function of T for floats at 1000 (blue) and 2000 (red) m depth, suggesting the R acts as a low-pass filter. Figure 3 shows the predicted pressure changes observed floats drifting at 1000 (blue) and 2000 (red) m depth. In the presentation, we will discuss availability of tsunami measurement by a float.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：津波、フロート、ハイドロフォン、差圧計
Keywords: tsunami, float, hydrophone, differential pressure gauge

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

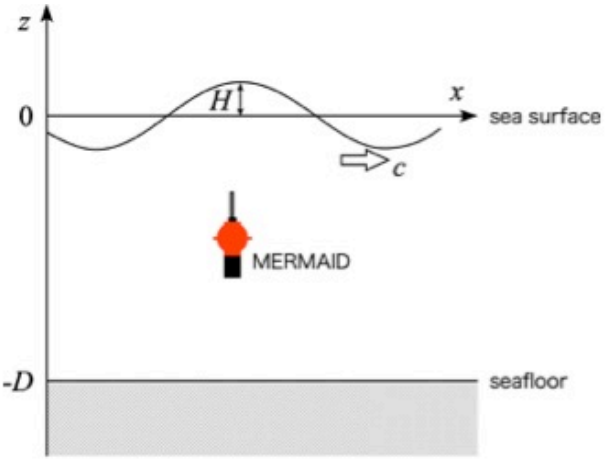


Figure 1. Problem setting

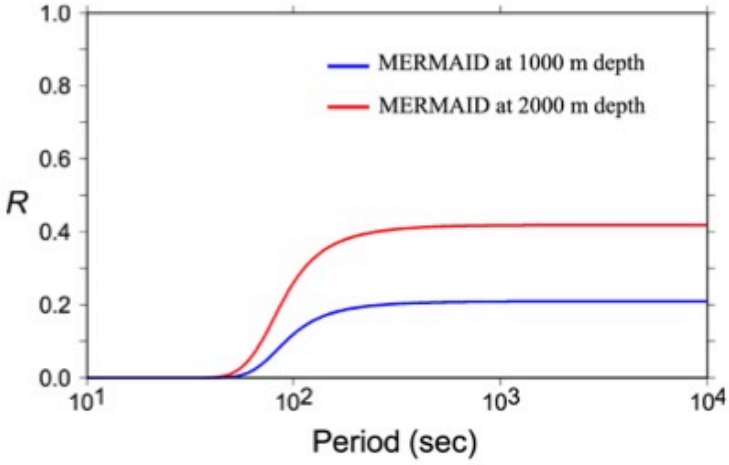


Figure 2. R as the function of period T

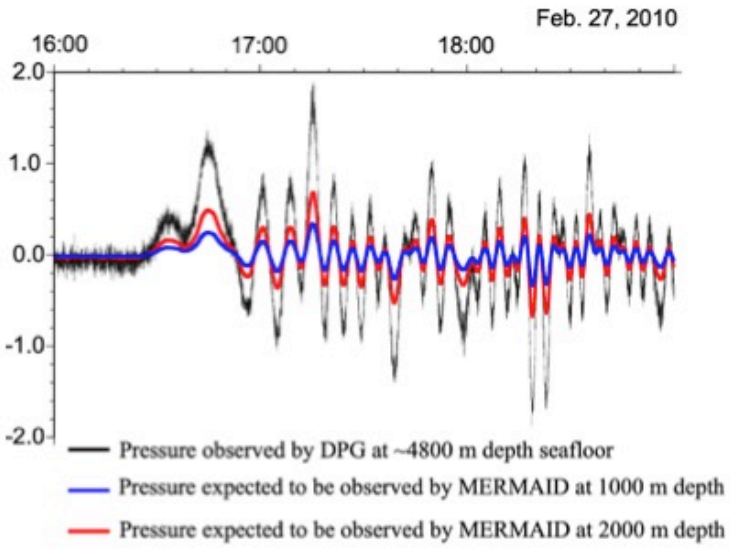


Figure 3. Predicted pressure changes observed by MERMAIDs at 1000 and 2000 m depth.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海洋への隕石落下による津波の即時予測手法の開発
Development of the Real-time Forecasting for Meteorite Impact Tsunami

*近貞 直孝[1]、馬場 俊孝[2]、布施 哲治[3]
*Naotaka YAMAMOTO CHIKASADA[1], Toshitaka Baba[2], Tetsuharu Fuse[3]

1. 防災科研、2. 徳島大学、3. 情報通信研究機構
1. NIED, 2. Tokushima University, 3. NICT

津波は主に海底下で発生した地震によって生じる．一方で，地震に寄らない津波が一定程度の割合で発生していることも明らかで，海底地すべりや海底火山の噴火，陸上の火山の噴火であっても土石流等の海洋への流れ込みによっても津波が生じる．また，隕石の落下自体は稀なものではないが，隕石が一定以上の大きさになるとクレーターを形成したり，海洋に落下すれば少なからず津波が発生する．

隕石津波に対する検討はこれまでにも行われてきたが，衝突と津波の伝播の双方を考慮した数値モデルは未だ開発されておらず，海底に形成されたクレーターに海水が再流入することで生じる津波の検討（藤本・今村，1997）や，隕石が海底には達せず海水面に生じたキャビティの崩壊のみを考慮した検討（Ward and Asphaug, 2000；後藤・他，2013）などがあるものの，キャビティ形成時に生じている流速や津波伝播の分散性，実地形に寄る効果等が考慮されていないという問題もある．したがって，小惑星2018LAのように地球への衝突が事前に分かったとしても，海洋へ落下した場合の津波を定量的に即時予測する手段が現存しない．

そこで本研究では，定性的な仮設を用いずに隕石衝突と津波伝播を数値シミュレーションによって高精度に再現するための数値モデルの構築を行う．衝突の計算にはSALE（Simplified Arbitrary Lagrangian Eularian）を元に惑星科学に特化した仕様に改良されたiSALE（Impact-SALE; Wünnemann et al., 2006），津波伝播計算にはJAGURS（Baba et al., 2017）を用いる．iSALEを用いることで多層のターゲットを定義することが可能となり，海水の動きと海底に対するクレーターの形成を同時に計算することが出来る．iSALEの出力である海底変動（クレーター形成）や海面変動，流速をJAGURSの初期条件として入力することで任意の落下地点に応じて沿岸部にどのような津波が到達するかを予測することを可能にする．この時，世界中の任意の地点で津波浸水計算を実現するため，１秒角（約30m）分解能を持つASTER GDEM Version 2（Fujisada et al., 2012）を用いて沿岸域の陸域の地形を作成する．ASTER GDEMは南緯56度から北緯60度までをカバーしている．一方，海底地形については30秒角（約1km）分解能のGEBCO_2014を用いるが，Seabed 2030プロジェクトによって水深が1,500m以浅の海域については100m分解能の海底地形の作成が計画されているため，取り込むことが可能となるようにする．

まず，iSALEを用いて衝突天体の大きさや速度，形成されたキャビティやクレータの直径や衝突地点の水深に応じて，どのような津波の初期波源が形成されるかを調査する．また，JAGURSの初期波源を改造し，Ward and Asphaug（2000）が提案するキャビティ形状から生じる津波の伝播特性について調査する．最後に，iSALEの出力をJAGURSの入力に対して何をどのように渡すのが最適か設計する．加えて，長沢・三浦（1987）等が提案する地震波形データを用いた火球の軌道決定手法をリアルタイム化することで隕石の落下地点の即時推定も組み合わせることを検討する．

iSALE の 開 発 者 で あ る Gareth Collins, Kai Wünnemann, Boris Ivanov, H. Jay Melosh, Dirk Elbeshausen の各氏に感謝致します．本研究の一部はJSPS科研費 JP18K04674の助成を受けたものです．iSALEの計算及び可視化は国立天文台天文シミュレーションプロジェクトCfCAの計算サーバ及び解析サーバで実施しました．記して感謝致します．

キーワード：即時予測、津波、隕石衝突
Keywords: Real-time forecast, Tsunami, Meteorite impact

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 B (地球生命科学)：B-PT 古生物学・古生態学

2019年5月30日(木) 13:45 ~ 15:15 | 201A 2F

[B-PT05] 地球生命史

コンビーナ:本山 功(山形大学理学部地球環境学科)、生形 貴男(京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻)、守屋 和佳(早稲田大学 教育・総合科学学術院 地球科学専修)、座長:本山 功、生形 貴男、守屋 和佳

地球生命史セッションは、地質時代を通じた古生物に関する研究全般、および地球生命圏の変遷発展に興味を持つ科学者の間の情報交換の場となることを目的とする。地球生命史は、それ自体が我々が住むこの星の豊かさを象徴するものであるとともに、海洋・大陸・島弧など地史の理解に欠かせない役割を持ち、古気候学や進化生物学とも深い関係を有している。生物とそれを取り巻く環境との間の相互作用の変遷、すなわち生態系の進化についての理解を深めるために、生物学的・生化学的アプローチの重要性も日に日に増している。本セッションでは、これら生命の歴史・進化と地球表層環境の変遷に関して、様々な専門分野の視点から総合的に議論したい。

13:45 ~ 14:00

[BPT05-01] 地球生命進化の加速の原因；大量絶滅によって形成される四層構造の地下生物圏が支配するゲノム進化の加速

*丸山 茂徳[1]、金井 昭夫[2]、鳴海 一成[3] (1.東京工業大学地球生命研究所、2.慶應大学、3.東洋大学)

14:00 ~ 14:15

[BPT05-02] 軟体動物における系統-殻微細構造-アミノ酸組成の対応関係 ~アミノ酸の安定窒素同位体比を用いた古生態系復元に向けて~

*湯上 直貴[1]、後藤（桜井） 晶子[2]、ジェンキンズ ロバート[2] (1.金沢大学大学院自然科学研究科自然システム学専攻、2.金沢大学理工研究域自然システム学系)

14:15 ~ 14:30

[BPT05-03] 正常巻頭足類のロッキング運動への殻形状の影響

*生形 貴男[1] (1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻)

14:30 ~ 14:45

[BPT05-04] 中期始新世の温暖化イベントMECOにおける環境変動

舛井 博紀[1]、*守屋 和佳[1] (1.早稲田大学 教育・総合科学学術院 地球科学専修)

14:45 ~ 15:00

[BPT05-05] 放散虫化石群集に基づいた中期ー後期中新世の北太平洋亜熱帯循環の変遷史

*上栗 伸一[1]、本山 功[2]、澤田 大毅[3] (1.茨城大学教育学部、2.山形大学理学部、3.石油資源開発（株）)

15:00 ~ 15:15

[BPT05-06] 滋賀県野洲川から産した鮮新世樹幹化石の化石化過程：有機地球化学分析によるアプローチ

*中村 仁哉[1]、沢田 健[2]、池田 雅志[1]、中村 英人[3]、塚腰 実[4] (1.北海道大学理学院自然史科学専攻、2.北海道大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3.大阪市立大学大学院理学研究科、4.大阪市立自然史博物館)

地球生命進化の加速の原因；大量絶滅によって形成される四層構造の地下生物圏が支配するゲノム進化の加速

Cause of accelerated evolution of Earth’s life; four-layered underground robust bio-communities played a critical role for the accelerated genome evolution as a response of mass extinction

*丸山 茂徳[1]、金井 昭夫[2]、鳴海 一成[3]
*Shigenori Maruyama[1], Akio Kanai[2], Issay Narumi[3]

1. 東京工業大学地球生命研究所、2. 慶應大学、3. 東洋大学
1. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology, 2. keio University, 3. Toyo University

It has long been recognized the concept of five kingdom or six kingdom model which shows the life with difference of function and size. If believing Darwinian Evolution, how can we interpret the diversified distribution with primitive small microbes to the most evolved types of large life. If we consider the most evolved metazoans such as human being to be the result of increased free oxygen in atmosphere, why do the anoxic microbes remain on the surface.
We have engaged in the decoding Earth history Program over 30 years, and obtained the following six results, (1)Since the birth of life until 4.0Ga, three times of Great Evolution of Life (GEL) occurred, (2)Those evolutions were predominantly controlled by the pO_2 increase in the environments, (3)Underground bio-communities are present forming 4-layers with boundary layers, (4)Each layer corresponds to different pO_2 levels; the older the lower pO_2 , (5)In between the two, where two-way genome biomes are present, although speculative, and (6)These four layers could have been formed during the 3 GEL times, accompanying many mass extinctions. Those were remained as fossil environments where evolution stopped, because of no significant environmental changes, in spite of extremely severe surface environments with frequent mass extinction and resultant accelerated evolution of life.
The result corresponds to the concept of 5-6 Kingdom which suggests the preservation of biological communities with different level of pO_2 in environments. Through the Earth history, new GEC occurred with great change of pO_2 , the advanced life on the surface suffered mass extinctions due to exponentially decreased pO_2, instead the underground microbes invaded to the surface, and evolved there again. This is the entity of evolution of life on the earth. Therefore, the presence of robust 4 layered underground biological communities must have contributed to evolving life on this planet, in spite of severe environmental change of planets over 4.0 billion of years in the Universe, not by death, but evolved thorough GEL at 4.0Ga, 2.2Ga and 0.6Ga.

キーワード：酸素濃度、地下生物圏、進化の加速
Keywords: oxygen level, underground bio-community, accelaration of life's evolution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

軟体動物における系統-殻微細構造-アミノ酸組成の対応関係 ~アミノ酸の安定窒素同位体比を用いた古生態系復元に向けて~

Amino acid composition in molluscan shells and its relation to taxa and shell microstructure ~ Toward reconstruction of ancient trophic level using compound specific isotope analysis of amino acids ~

*湯上 直貴[1]、後藤（桜井） 晶子[2]、ジェンキンズ ロバート[2]
*Naoki Yugami[1], Akiko Goto[2], Robert Jenkins[2]

1. 金沢大学大学院自然科学研究科自然システム学専攻、2. 金沢大学理工研究域自然システム学系
1. Graduate School of Natural Science & Technology. Kanazawa Univercity, 2. Institute of Science & Engineering . Kanazawa Univercity

「アミノ酸の安定窒素同位体比を用いた栄養段階推定法」（Chikaraishi et al., 2009）を化石試料に応用する際に最も懸念すべき点は，化石試料中のアミノ酸が初生的であるかどうかである．化石試料の選定方法として，「微細構造に則したアミノ酸組成」を用いることに期待がされる．これは，Kobayashi and Samata (2006)による現生二枚貝綱における殻微細構造ごとにアミノ酸組成が異なることを示した研究に依っている．つまり，「化石殻体中に，殻体に観察される微細構造に特有なアミノ酸組成を有しているか」を見ることで，化石殻体内に保存されたアミノ酸がコンタミではなく，その貝が元来持っていたアミノ酸であるかの判別が可能となる．しかし，Kobayashi and Samata (2006)では二枚貝綱における微細構造ごとのアミノ酸組成の違いを示したのみで，同微細構造の系統関係における安定性は示されていない．また，論文ごとに求めるアミノ酸組成の画分や，用いる手法・機器も異なり，安易に論文ごとの比較ができないといった問題も挙げられる．そこで，本研究では，現生試料から軟体動物における微細構造ごとのアミノ酸組成の安定性を明らかにすることを目的とした．本研究では含有有機物量も多く，また，原始的な微細構造とされる真珠構造に含まれるアミノ酸組成について，二枚貝綱，腹足綱，頭足綱の各系統内および系統間で比較して，系統および微細構造ごとのアミノ酸組成の安定性を調べた．

本研究結果より，腹足綱と二枚貝綱の両者で，アミノ酸組成は「原始的グループ」と「派生的グループ」の2グループに大別されることが分かった．腹足綱の*Turbo sazae*，*Turbo mamoratus*，*Lunella coreensis*は同じ科に属すが，これらのアミノ酸組成は安定していた．また，二枚貝綱では，翼形亜綱と古異歯亜綱において，また原鰓亜綱において，それぞれアミノ酸組成は安定しており，翼形亜綱ー古異歯亜綱系統と原鰓亜綱系統においてはアラニン量などに相違がみられた．このことより，真珠構造のアミノ酸組成は，腹足綱では科内で安定，二枚貝綱では亜綱内で安定しているといえた．また，クラスター分析より，「腹足綱派生的グループ」と「二枚貝綱派生的グループ」は比較的近い関係性を示した．しかし，二枚貝綱・腹足綱において，殻形成に用いられるタンパク質は，それぞれ独立して獲得されてきた可能性が示唆されている（Mann et al., 2018）．これは，タンパク質の機能によって含まれやすいアミノ酸は決まってくるため，異なるタンパク質を有していてもアミノ酸組成は進化的に収斂し，類似したと考えられる．

本研究を通して，真珠構造の化石試料選別に用いるアミノ酸組成群を，*Nautilus*系，古腹足上目原始的グループ，古腹足上目派生的グループ，二枚貝綱原始的グループ（原鰓亜綱），二枚貝綱派生的グループ（翼形亜綱・古異歯亜綱）の5つに設定できた．つまり，これら各グループに属する種については，栄養段階分析に向けた化石試料の選別条件である「微細構造ごとのアミノ酸組成」の基準に照らして選別できるようになった．

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：アミノ酸、系統関係、栄養段階、軟体動物
Keywords: amino acids, Phylogenetic relationships, trophic level, molluscs

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

正常巻頭足類のロッキング運動への殻形状の影響
Relation of shell form to rocking motion in planispiral cephalopods

*生形 貴男[1]
*Takao Ubukata[1]

1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻
1. Division of Geology & Mineralogy, Department of Earth & Planetary Sciences, Kyoto University

In Recent *Nautilus*, thrust force produced by the hyponomic jet acts to rotate the shell resulting in a rocking motion during swimming. This instability is a potential problem for any other ectoconchleate cephalopods with planispiral conchs when they swim. A smaller distance between the center of gravity and center of buoyancy tends to cause a large rotation of the shell. For this reason, it has long been imagined that ammonoids with long body chambers are less stable than *Nautilus* during swimming. In contrast, it has also been considered that a long body chamber places the aperture higher and positions the hyponome at the same level of the center of gravity so that the hyponomic jet can act directly through the center of gravity. Previous discussions on static stability of ectoconchleate cephalopods largely focused on indirect assessment based on the aperture orientation and the position of the center of gravity and center of buoyancy. The present study assessed the angle of rocking motion for various shell forms of planispiral cephalopods to generalize the relationship between conch geometry and static stability. The angle of rocking motion was computed for theoretical morphologic models based on force and moment balance presuming a neutrally buoyant condition. The thrust force of hyponomic jet was assumed to be expelled from the ventral edge of the aperture and to generate a moment which is opposed by the restorative moment produced by inclination of segment between the center of gravity and center of buoyancy. Form drag and shear stress acting on the shell moving with respect to surrounding water were ignored in calculating the opposing moment. The inclination angle of the segment between the center of gravity and center of buoyancy was regarded as the angle of rocking motion and was computed for each theoretical model with given values of whorl expansion rate, relative umbilical width, and relative whorl breadth. The result revealed following: (1) The angle of rocking motion fluctuates with changes in the whorl expansion rate (*W*) if the value of *W* is small enough so that the body chamber is more than one whorl in length. In this condition, the rocking angle varies sensitively to the change in *W*. (2) The rocking angle is large when the shell is slender. (3) The rocking angle does not highly depend on the relative umbilical width. These results indicate that the long body chamber resulting from a small *W* does not always allow the animal stable swimming and a slight intraspecific or ontogenetic variation in *W* may cause drastic change in static stability in such form. The result suggests that such static instability limits swimming ability in some ammonoids with tightly coiled conchs.

キーワード：頭足類、静水力学、安定性
Keywords: cephalopods, hydrostatics, stability

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中期始新世の温暖化イベントMECOにおける環境変動
Paleoenvironment aross the Meddle Eocene Climatic Optimum

舛井 博紀[1]、*守屋 和佳[1]
Hiroki Masui[1], *Kazuyoshi Moriya[1]

1. 早稲田大学 教育・総合科学学術院 地球科学専修
1. Department of Earth Sciences, Faculty of Education and Integrated Arts and Sciences, Waseda University

The Middle Eocene Climatic Optimum (MECO) is an abrupt short-term global warming event that occurred about 40 Ma. Although this event is now reported from all across the world, the environmental impacts and biotic responses accompanying the event are still poorly understood. Since we are now faced with the threat of global warming, deeper understanding of past global warming events like the MECO is critical.

We present bulk carbonate stable isotope data, coarse fraction accumulation rates (CFAR), and planktic foraminiferal assemblage data spanning the MECO interval from International Ocean Discovery Program (IODP) Site U1408 in the Northwest Atlantic to assess environmental changes and biotic responses across the event. A negative shift in bulk $d^{18}O$ was observed from 40.6 Ma (the MECO onset) to 40.0 Ma (the peak MECO), followed by a sudden return to the background level by 39.9 Ma (the termination). A significant decline of CFAR was observed near the peak of the MECO (40.3 Ma-40.0 Ma). This may reflect a decline in planktic foraminiferal production due to starving caused by elevated metabolism coupled by limited availability of nutrients. In contrast, a sudden increase in bulk $d^{13}C$, CFAR, and eutrophic planktic foraminiferal genus, *Pseudohastigerina*, was observed immediately after the peak of the MECO (40.0-39.9Ma). This may indicate a sudden switch to the eutrophic environment and an increase in primary and planktic foraminiferal production. The termination of the warming might have caused continental aridification and resulted in an increased input of aeolian dust to the ocean. In addition, the relative abundance of photosymbiotic planktic foraminiferal genus, *Acarinina*, declined toward the peak of the MECO, while the relative abundance of another photosymbiotic genus, *Globigerinatheka* remained almost constant throughout the MECO. This may indicate the loss of photosymbiotic algae exclusively affected *Acarinina* during the event.

キーワード：Meddle Eocene Climatic Optimum
Keywords: Planktic foraminifers

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

放散虫化石群集に基づいた中期ー後期中新世の北太平洋亜熱帯循環の変遷史

Reconstruction of the North Pacific subtropical gyre from the Middle to Late Miocene as inferred from radiolarian assemblages

*上栗 伸一[1]、本山 功[2]、澤田 大毅[3]
*Shin-ichi Kamikuri[1], Isao Motoyama[2], Taiki Sawada[3]

1. 茨城大学教育学部、2. 山形大学理学部、3. 石油資源開発（株）
1. Faculty of Education, Ibaraki University, 2. Faculty of Science, Yamagata University, 3. Japan Petroleum Exploration Co.,Ltd.

A major objective of the present study is to reconstruct gyral circulation patterns of the subtropical North Pacific from the middle to late Miocene based on the radiolarian assemblages. We collected the mudstones from ODP Site 1021 of the California margin in the northern area of the California Current, and from outcrops of the Boso Peninsula (Japan) in the northern area of the Kuroshio.
The middle Miocene subtropical Pacific was dominated by warm-water taxa, and similar taxa in the eastern and western areas. The distribution pattern of radiolarian faunas in the subtropical North Pacific was due to be similar in the surface water structure and temperature, and indicates that the general gyral circulation system was only weakly developed in the middle Miocene. During the late Miocene the cool-water taxa increased and the warm-water taxa declined overall in the subtropical Pacific. At the same time the east-west faunal provincialism increased. This faunal change has been associated with the resultant strengthening of the general gyral circulation in the subtropical Pacific due to the significant high latitude cooling and the closing of the Indo-Pacific Seaway at that time.

キーワード：北太平洋亜熱帯循環、中新世、放散虫群集
Keywords: North Pacific subtropical gyre, Miocene, radiolarian assemblage

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

滋賀県野洲川から産した鮮新世樹幹化石の化石化過程：有機地球化学分析によるアプローチ

Fossilization processes of Pliocene tree fossils from the Yasu River, Shiga Prefecture, Japan: Organic geochemical approach

*中村 仁哉[1]、沢田 健[2]、池田 雅志[1]、中村 英人[3]、塚腰 実[4]
*Jinya Nakamura[1], Ken Sawada[2], Masashi A Ikeda[1], Hideto Nakamura[3], Minoru Tsukagoshi[4]

1. 北海道大学理学院自然史科学専攻、2. 北海道大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3. 大阪市立大学大学院理学研究科、4. 大阪市立自然史博物館
1. Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Hokkaido University, 3. Faculty of Science, Osaka City Univerisity, 4. Osaka Museum of Natural History

[はじめに] 滋賀県湖南市を流れる野洲川の河床では、後期鮮新世（約270万年前）の化石林が露出している。その樹木材化石の産状を見ると、内部は生きた木本来の組織構造や材の色を保存しているのに対し、表面部分は黒くくすんだ色に変色していて組織構造が喪失しているという状態のものが複数あった。この黒色化現象については特に詳細な検討がされておらず、その要因は不明である。本研究では、この樹幹化石について有機地球化学分析によって、分類群および樹幹化石の化石化過程・タフォノミーを検討した。

[試料と方法] 野洲川化石林に露出した樹幹化石から剥ぎ取ったものを試料として用いた。表面の黒化が進んだ部分、内部の生木のような褐色部分及びそれらの中間的な暗褐色部分の3か所を試料からピックアップした。脂質をジクロロメタン/メタノールで抽出した後に、シリカゲルカラムによって無極性～極性成分（脂肪族炭化水素画分、芳香族炭化水素画分、極性画分）に分画した。すべての画分をGC-MSを用いて（遊離態）バイオマーカー分析を行った。また、抽出残渣はキューリーポイントパイロライザーを搭載したGC-MSにより熱分解および熱化学分解分析を行った。熱化学分解にはTMAHを用いた。

[結果と考察] 熱化学分解GC-MS分析の結果、バニリルフェノールが特に卓越して検出されたことから本試料は裸子植物であることが判明した。また遊離態バイオマーカー分析の結果、裸子植物が普遍的に持つフィロクラダンが卓越して検出されたこと、ヒノキ科に特徴づけられるクパラン型セスキテルペノイドが検出されたこと、メタセコイアなどに見られるスギオールが検出されなかったことなどから、本試料はヒノキ亜科であることが推定された。

内側の褐色部分は、生きた樹木が持ちうる成分が主要に検出され、生木のような非常に良い状態のままで保存されてきたことが示唆されている。表面部分の黒色化現象については、木材の燃焼などで熱を受けることによって多数生成される多環芳香族炭化水素（PAH）がほとんど検出されなかったことから、炭化作用による影響はほとんど受けていないものと考えられる。表面部分において、熱化学分解で得られた生成物が内側の褐色部分と比較して全体的に減少していたこと、さらに易分解性であるアルデヒドの比率が下がっていたことから、表面部分は何らかの分解を受けていることが推定された。

表面部分の遊離態成分として、芳香族化及びA環減成を受けたテルペノイドが検出された。これらは微生物分解作用によって生成されることが報告されており、表面部分の構造の変化には微生物分解の影響が大きいことが示唆された。表面部分でペリレンのような菌類由来の成分が検出されたこともそれを支持する結果である。また、熱化学分解で得られた生成物のうち、より複雑な構造であるメトキシフェノールの比率が表面部分で減少していることから、ゲル化（Gelification）が起こっていることが推定される。一方で、表面部分にはトリテルペノイドやアルキル脂質のような被子植物由来の遊離態成分が比較的目立って検出された。このことから、堆積物中で他の植物体に由来する遊離態成分が有意に存在し、それらが表面部分に吸着することが考えら

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

れる。これらの結果から、本試料は初期続成過程において微生物作用による分解とゲル化に代表される高分子化、および他の植物由来の遊離態成分の吸着が行われていると推定される。

キーワード：樹幹化石、化石化過程、微生物分解、植物テルペノイド、リグニンフェノール
Keywords: tree fossil, fossilization processe, microbial degradation, plant terpenoid, lignin phenol

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 B (地球生命科学)：B-PT 古生物学・古生態学

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_18

[B-PT05] 地球生命史

コンビーナ:本山 功(山形大学理学部地球環境学科)、生形 貴男(京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻)、守屋 和佳(早稲田大学 教育・総合科学学術院 地球科学専修)

地球生命史セッションは、地質時代を通じた古生物に関する研究全般、および地球生命圏の変遷発展に興味を持つ科学者の間の情報交換の場となることを目的とする。地球生命史は、それ自体が我々が住むこの星の豊かさを象徴するものであるとともに、海洋・大陸・島弧など地史の理解に欠かせない役割を持ち、古気候学や進化生物学とも深い関係を有している。生物とそれを取り巻く環境との間の相互作用の変遷、すなわち生態系の進化についての理解を深めるために、生物学的・生化学的アプローチの重要性も日に日に増している。本セッションでは、これら生命の歴史・進化と地球表層環境の変遷に関して、様々な専門分野の視点から総合的に議論したい。

[BPT05-P01] キクメイシモドキの硬組織と軟組織の同時観察

*田尻 理恵[1]、徳田 悠希[2]、江崎 洋一[1] (1.大阪市立大学、2.鳥取環境大学)

[BPT05-P02] 沖縄本島南部に分布する港川層から産する中期更新世サンゴ化石を用いた古環境復元

*戸松 里帆[1]、Marc Humblet[1]、藤田 和彦[2] (1.名古屋大学環境学研究科、2.琉球大学理学部物質地球科学科)

[BPT05-P03] Calcareous nannofossil biostratigraphy and oxygen isotope stratigraphy of the lower part of the Pleistocene formation distributed in the central part of the Pacific side of Japan

*桑野 太輔[1]、久保田 好美[2]、万徳 佳菜子[2]、亀尾 浩司[3] (1.千葉大学融合理工学府地球環境科学専攻、2.国立科学博物館、3.千葉大学理学研究院地球科学研究部門)

[BPT05-P04] 北海道平取町トウナイ川流域の白亜系および中新統の地質と古生物

*本山 功[1]、内村 耕太郎[2]、西村 智弘[3]、竹谷 陽二郎 (1.山形大学理学部、2.国土防災技術株式会社、3.むかわ町穂別博物館)

[BPT05-P05] ジュラ紀前期の海洋無酸素事変に対するベントスの応答：豊浦層群西中山層より産出した生痕化石*Phycosiphon*の定量解析からの検討

*北畠 京祐[1,2]、泉 賢太郎[3]、大越 健嗣[1] (1.東邦大学理学部生命圏環境科学科、2.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース、3.千葉大学教育学部)

キクメイシモドキの硬組織と軟組織の同時観察

Simultaneous observations of both hard and soft tissues of *Oulastrea crispata* (Cnidaria: Scleractinia)

*田尻 理恵[1]、徳田 悠希[2]、江崎 洋一[1]
*Rie Tajiri[1], Yuki Tokuda[2], Yoichi Ezaki[1]

1. 大阪市立大学、2. 鳥取環境大学
1. Osaka City University, 2. Tottori University of Environment Studies

Oulastrea crispata is a zooxanthellate colonial Scleractinia with a black skeleton. This coral inhabits areas of very shallow water where mud accumulates, and occupies the northernmost range of Japanese zooxanthellate corals. In this study, the hard and soft tissues of *O. crispata* were observed simultaneously by transmitted-light binocular microscope, fluorescence microscope, and scanning electron microscope by using the resin penetration technique (Tajiri and Fujita 2013) and the dehydration method (Tajiri and Ezaki 2018). Symbiotic algae are considered to play a key role in the life of *O. crispata*; however, the spatial distribution of such algae within the coral remains unknown. The present observations indicate that algal density is extremely high in the outer layers of polyps, and algae are densely distributed adjacent to the radial septa that partition the inner parts of polyps. The algal density is lower in deeper parts of polyps, and algae are scarce in the deepest part (up to 1 cm in depth), suggesting that little sunlight, if any, is available for photosynthesis. The hard skeletons of *O. crispata* are locally bored by euendoliths, which include microorganisms such as cyanobacteria, Chlorophyta, Rhodophyta, and fungi. These organisms erode not only the postmortem skeletal remains but also the living skeletons (e.g. Le Campion-Alsumard et al. 1995; Tribollet 2007). In living *Oulastrea*, skeletons located near the underlying hard substrate are intensively bored by euendoliths, mainly cyanobacteria and Chlorophyta. Endolithic filaments invade the soft parts of the coral, and the density of endolithic traces is lower near the upper part of skeletons and rare in upper peripheral areas. In contrast, both the lower and upper parts of dead skeletons are affected by intense endolithic activity. *O. crispata* manages to survive the prolonged biotic attack, especially the effects on its lower parts near the substrate that are subjected to a severe environment of intensive sedimentation and mechanical erosion.

キーワード：キクメイシモドキ、薄片、軟組織、褐虫藻、euendolith、シアノバクテリア
Keywords: Oulastrea crispata, thin section, soft tissue, zooxanthella, euendolith, cyanobacteria

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

沖縄本島南部に分布する港川層から産する中期更新世サンゴ化石を用いた古環境復元

Coral-based paleoenvironmental interpretation and depositional history of the late middle Pleistocene Minatogawa Formation, southern Okinawa-jima, Japan

*戸松 里帆[1]、Marc Humblet[1]、藤田 和彦[2]
*Riho Tomatsu[1], Marc Humblet[1], Kazuhiko Fujita[2]

1. 名古屋大学環境学研究科、2. 琉球大学理学部物質地球科学科
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. Department of Physics and Earth Sciences, University of the Ryukyus

琉球列島には第四紀環境変動の記録を残したサンゴ礁複合体堆積物が広く分布している（i.e., 琉球層群；<1.45–1.65 Ma）．なかでも，「新期石灰岩」として知られる<0.4 Maのサンゴ礁複合体堆積物は，アグラデーショナルもしくはレトログラデーショナルな累重様式を示す沈降傾向の期間（>0.4 Ma）からオフラップの累重様式を示す隆起傾向の期間（<0.4 Ma）への大規模な堆積様式の変化を記録している．本研究では，これらのうち最終間氷期[Marine Isotope Stage (MIS) 5] またはその前の間氷期（MIS 7）に形成したとされる港川層において調査を行った．港川層は沖縄本島南部やその周辺の島々に露出し，主にサンゴ石灰岩（バウンドストーン）と淘汰のよい砕屑性石灰岩（主に有孔虫化石に富むグレインストーン）の2つの岩相から成る．本層のサンゴ石灰岩はサンゴ化石を豊富に含むが，詳細な分類学的研究は行われておらず，港川層形成時の環境変動についても未解明なままである．

そこで本研究では，港川層のサンゴ化石の群集組成および時空間分布，堆積物の特徴を調べ，海水準と堆積環境の変動を復元することを目的として調査を行った．調査地である沖縄本島南部に位置する採石場では，港川層は下位から順にUnit 1–4の4つのUnitに分けられる．本研究ではそれらのうち2つのUnit（Unit 2，3）について調査を行った．

港川層のUnit 2，3から5つのサンゴ群集が確認された：群集1a（水深0–5 m），群集1 b（水深0–25 m，低エネルギー環境），群集2（水深~30 m，もしくはそれ以浅の濁った環境），群集3a（水深0–20 m），群集3b（水深3–12 m）．本研究では，港川層のUnit 2と3は異なる過程で形成されたことが示唆された．Unit 2におけるサンゴ石灰岩と隣接する淘汰のよい砕屑性石灰岩は，同時代に類似した環境下（水深~30 m，もしくはそれ以浅の濁った環境）で形成された．一方，Unit 3からは，サンゴ群集の時系列変化（群集1a→1b→3a→3b）が確認された．また，サンゴ石灰岩と隣接する淘汰のよい砕屑性石灰岩の間には溶解面が確認され，時間間隙があることも分かった．これらの結果から，Unit 3形成時には少なくとも2回の海進・海退サイクルがあったといえる．また，それらの形成と同時期に形成された断層が確認されたことから，港川層のサンゴ礁は地殻変動による小規模な水深の変化によっても影響を受けていた可能性がある．

キーワード：サンゴ化石群集、中期更新世、海水準変動、隆起、港川層、沖縄
Keywords: fossil coral communities, late middle Pleistocene, environmental and sea level changes, tectonic uplift, Minatogawa Formation, Okinawa-jima

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Calcareous nannofossil biostratigraphy and oxygen isotope stratigraphy of the lower part of the Pleistocene formation distributed in the central part of the Pacific side of Japan

*桑野 太輔[1]、久保田 好美[2]、万徳 佳菜子[2]、亀尾 浩司[3]
*Daisuke Kuwano[1], Yoshimi Kubota[2], Kanako Mantoku[2], Koji Kameo[3]

1. 千葉大学融合理工学府地球環境科学専攻、2. 国立科学博物館、3. 千葉大学理学研究院地球科学研究部門
1. Division of Earth and Environmental Sciences, Graduate School of Science and Engineering, Chiba University, 2. National Museum of Nature and Science, 3. Department of Earth Sciences, faculty of Science, Chiba University

Calcareous nannofossils, tiny calcite shells produced by calcareous nannoplankton, have been utilized to correlate marine strata and to determine their geologic ages. In the Quaternary, traceable sixteen nannofossil biohorizons were recognized (e.g., Sato et al., 1991) and some chronological studies have been done in order to test whether they were synchronous events or not based on comparative studies with astronomically tuned timescale in the equatorial Atlantic, the equatorial Pacific and the Mediterranean (e.g., Gradstein et al., 2012). This study aims at establishing the early Pleistocene age model based on oxygen isotopes in the central part of the Pacific side of Japan and evaluating synchrony of the early Pleistocene nannofossil biohorizons detected by Kuwano et al. (2019). We analyzed stable oxygen isotopes of a planktonic foraminifera, *Globorotalia inflata* from the upper part of Kiwada Formation in the Kazusa Group, a lower Pleistocene formation in the Pacific side of Japan. Isotopic measurements were performed by MAT253 Isotope mass spectrometer coupled with a Kiel IV carbonate device in the National Museum of Nature and Science.

An oxygen isotope curve obtained from 44 samples was correlated with the LR04 stack curve (Lisiecki and Raymo, 2005) and Marine Isotope Stages (MIS) 40 to 36 were recognized in the formation. Two calcareous nannofossil biohorizons, the last occurrences (LO) of large forms of *Gephyrocapsa* (>5.5 μm) and *Helicosphaera sellii* coincide with MIS 37/38 boundary and MIS 40, respectively. The LO of large forms of *Gephyrocapsa* is slightly older than those in other areas because this biohorizon is mostly situated in the early part of MIS 37 (Raffi et al., 2006). On the other hand, the LO of *Helicosphaera sellii* is found in MIS 38 in the northeastern Atlantic (Sato et al., 2009) and MIS 42 in the eastern equatorial Pacific (Wei, 1993). This biohorizon is possibly diachronous bioevent due to sporadic occurrences of this species.

Reference

Kuwano et al, 2019, Micropaleontological Reference Center Meeting 2019, O-4., Gradstein et al., 2012, The Geologic Time Scale 2012. Boston, USA, Elsevier, 1083-1127., Lisiecki and Raymo, 2005, Paleoceanography, 20, PA1003., Raffi et al., 2006, Quaternary Science Reviews, 25, 3113-3137., Sato et al., 1991, Scientific Results, ODP, 117, 37-54., Sato et al., 2009, Date Report, IODP, 303/306., Wei, 1993, Paleoceanography, 8, 85-99.

キーワード：石灰質ナノ化石、化石基準面、第四紀、酸素同位体層序
Keywords: Calcareous nannofossil, Biohorizon, Quaternary, Oxygen isotope stratigraphy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道平取町トウナイ川流域の白亜系および中新統の地質と古生物
Cretaceous and Miocene geology and paleontology of the Tounai River region, Biratori, Hokkaido

*本山 功[1]、内村 耕太郎[2]、西村 智弘[3]、竹谷 陽二郎
*Isao Motoyama[1], Kotaro Uchimura[2], Tomohiro Nishimura[3], Yojiro Taketani

1. 山形大学理学部、2. 国土防災技術株式会社、3. むかわ町穂別博物館
1. Department of Earth and Environmental Sciences, Yamagata University, 2. JCE Co.,LTD, 3. Hobetsu Museum

The Cretaceous rocks of the Yezo Group exposed in the Hobetsu district are richly fossiliferous containing marine mollusks (mainly inoceramids and ammonites), reptiles (mosasaurs, plesiosaurs and turtles) and echinoids and, therefore, many geological and paleontological works have been done so far. The Cretaceous rocks extend to the south, adjacent Biratori district, but works were less common there. We have carried out mapping to provide a revised geological map in the Tounai River area, Biratori Town, and analyzed molluscan and radiolarian fossils to estimate depositional ages. This is the first report of radiolarians from this area.

The Cretaceous Yezo Group in this area is subdivided into the Kashima and Hakobuchi Formations in ascending order and is cut by some faults. The Kashima Formation comprises fairly monotonous, hemipelagic mudstone intercalating with many acidic tuff beds. The Hakobuchi Formation is composed mainly of sandstone, conglomerate and sandy mudstone. Cross-bedded sandstone and minor coal beds suggest shallow-marine depositional environments for the Hakobuchi Formation. As a result, it has been recognized that the Kashima Formation distributes in the western part of the studied area and probably extends north to the neighboring region where the distribution of the Kashima Formation was discovered in 2015 by Negishi and coworkers. It is previously estimated that the Kashima Formation forms an anticlinal structure in the northern part of the Tounai River area. However, our investigation about facies and structures of tuff beds does not support such fold structure.

Fossils occurred throughout the Cretaceous sequence concerned here. Molluscan fossils, including *Inoceramus amakusensis*, *Inoceramus japonicus* and *Eupachydiscus haradai*, collected from the Kashima Formation of the studied section indicate ages of Santonian to Campanian. Radiolarian assemblages include *Amphipyndax stocki*, *Lithocampe manifesta* and *Spongotripus morenoensis*, suggesting ages of Coniacian to Maastrichtian for the Kashima Formation.

Miocene rocks distribute in the western margin of the studied area and are bounded from the Cretaceous rocks by a fault. The Miocene rocks subdivided into the Takinoue and Kawabata Formations in ascending order. The Takinoue Formation consists of mudstone and sandstone. Strata of the Kawabata Formation are dominated by interbedded mudstone and sandstone representing turbidite facies of deep-sea fans. In the studied area, the lower part of the Kawabata Formation crops out. Radiolarians were almost absent from the samples collected from these Miocene formations.

キーワード：蝦夷層群、アンモナイト、イノセラムス、放散虫
Keywords: Yezo Group, Ammonoid, Inoceramus, Radiolaria

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジュラ紀前期の海洋無酸素事変に対するベントスの応答：豊浦層群西中山層より産出した生痕化石*Phycosiphon*の定量解析からの検討

Response of benthic organisms to oceanic anoxic event in the Early Jurasic (T-OAE): Insights from quantitative analysis of the trace fossil Phycosiphon from the Nishinakayama Formation, Toyora Group

*北畠 京祐[1,2]、泉 賢太郎[3]、大越 健嗣[1]
*Kyosuke Kitabatake[1,2], Kentaro Izumi[3], Kenji Okoshi[1]

1. 東邦大学理学部生命圏環境科学科、2. 茨城大学理学部理学科地球環境科学コース、3. 千葉大学教育学部
1. Department of Environmental Science, Faculty of Science, Toho University, 2. Department of Earth Sciences, College of Science, Ibaraki University, 3. Faculty & Graduate School of Education, Chiba University

トアルシアン期前期(ジュラ紀前期)の海洋無酸素事変(T-OAE)に関する古生物学的研究は海洋性微化石を含む体化石に主に焦点が当てられてきた。しかし、生痕を形成する軟組織のみから構成された海洋ベントスの古生態を理解するために重要な生痕化石は、比較的研究例が少ない。そのため、本研究では、T-OAE期におけるベントスの応答を評価するため、ジュラ紀前期の浅海層である豊浦層群西中山層(山口県下関市)より産出した小型ベントスの生痕化石*Phycosiphon*の単位面積当たりの被度・フラクタル次元・最大径を計測した。そして、これらの結果を用いて、小型ベントスの行動量、行動様式、最大サイズを推定した。更に、ジュラ紀前期の海洋の酸化還元状態を推定するため、先行研究の地球化学的なデータに加えて、本研究で新たにフランボイダル黄鉄鉱のサイズ計測を行い、平均サイズと標準偏差を求めた。

解析の結果、T-OAE期において*Phycosiphon*の被度・フラクタル次元が低下し、最大サイズも減少していた。また、フランボイダル黄鉄鉱のサイズ計測の結果より、T-OAE期の海洋水塊中ではeuxinicな環境が卓越していたことが示唆された。先行研究の地球化学データに基づくと、海洋底層水においては主にdysoxicな環境が卓越していたと考えられる。以上より、ジュラ紀前期の海洋酸化還元環境の変動が、小型ベントスの生態や体サイズに対して制約を引き起こし越していた可能性がある。一般的には小型生物は大型生物に比べて環境変動の影響を受けにくいと見なされているが、T-OAEの影響は小型ベントスにまで及んでいたことが示唆された。

キーワード：生痕化石、Phycosiphon、トアルシアン期、海洋無酸素事変、豊浦層群、西中山層
Keywords: Trace fossil, Phycosiphon, Toarcian, Oceanic Anoxic Event, Toyora Group, Nishinakayama Formation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 B (地球生命科学)：B-PT 古生物学・古生態学

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_33

[B-PT05] 地球生命史

コンビーナ:本山 功(山形大学理学部地球環境学科)、生形 貴男(京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻)、守屋 和佳(早稲田大学 教育・総合科学学術院 地球科学専修)

地球生命史セッションは、地質時代を通じた古生物に関する研究全般、および地球生命圏の変遷発展に興味を持つ科学者の間の情報交換の場となることを目的とする。地球生命史は、それ自体が我々が住むこの星の豊かさを象徴するものであるとともに、海洋・大陸・島弧など地史の理解に欠かせない役割を持ち、古気候学や進化生物学とも深い関係を有している。生物とそれを取り巻く環境との間の相互作用の変遷、すなわち生態系の進化についての理解を深めるために、生物学的・生化学的アプローチの重要性も日に日に増している。本セッションでは、これら生命の歴史・進化と地球表層環境の変遷に関して、様々な専門分野の視点から総合的に議論したい。

[BPT05-P01] キクメイシモドキの硬組織と軟組織の同時観察

*田尻 理恵[1]、徳田 悠希[2]、江崎 洋一[1] (1.大阪市立大学、2.鳥取環境大学)

[BPT05-P02] 沖縄本島南部に分布する港川層から産する中期更新世サンゴ化石を用いた古環境復元

*戸松 里帆[1]、Marc Humblet[1]、藤田 和彦[2] (1.名古屋大学環境学研究科、2.琉球大学理学部物質地球科学科)

[BPT05-P03] Calcareous nannofossil biostratigraphy and oxygen isotope stratigraphy of the lower part of the Pleistocene formation distributed in the central part of the Pacific side of Japan

*桑野 太輔[1]、久保田 好美[2]、万徳 佳菜子[2]、亀尾 浩司[3] (1.千葉大学融合理工学府地球環境科学専攻、2.国立科学博物館、3.千葉大学理学研究院地球科学研究部門)

[BPT05-P04] 北海道平取町トウナイ川流域の白亜系および中新統の地質と古生物

*本山 功[1]、内村 耕太郎[2]、西村 智弘[3]、竹谷 陽二郎 (1.山形大学理学部、2.国土防災技術株式会社、3.むかわ町穂別博物館)

[BPT05-P05] ジュラ紀前期の海洋無酸素事変に対するベントスの応答：豊浦層群西中山層より産出した生痕化石*Phycosiphon*の定量解析からの検討

*北畠 京祐[1,2]、泉 賢太郎[3]、大越 健嗣[1] (1.東邦大学理学部生命圏環境科学科、2.茨城大学理学部理学科地球環境科学コース、3.千葉大学教育学部)

キクメイシモドキの硬組織と軟組織の同時観察

Simultaneous observations of both hard and soft tissues of *Oulastrea crispata* (Cnidaria: Scleractinia)

*田尻 理恵[1]、徳田 悠希[2]、江崎 洋一[1]
*Rie Tajiri[1], Yuki Tokuda[2], Yoichi Ezaki[1]

1. 大阪市立大学、2. 鳥取環境大学
1. Osaka City University, 2. Tottori University of Environment Studies

Oulastrea crispata is a zooxanthellate colonial Scleractinia with a black skeleton. This coral inhabits areas of very shallow water where mud accumulates, and occupies the northernmost range of Japanese zooxanthellate corals. In this study, the hard and soft tissues of *O. crispata* were observed simultaneously by transmitted-light binocular microscope, fluorescence microscope, and scanning electron microscope by using the resin penetration technique (Tajiri and Fujita 2013) and the dehydration method (Tajiri and Ezaki 2018). Symbiotic algae are considered to play a key role in the life of *O. crispata*; however, the spatial distribution of such algae within the coral remains unknown. The present observations indicate that algal density is extremely high in the outer layers of polyps, and algae are densely distributed adjacent to the radial septa that partition the inner parts of polyps. The algal density is lower in deeper parts of polyps, and algae are scarce in the deepest part (up to 1 cm in depth), suggesting that little sunlight, if any, is available for photosynthesis. The hard skeletons of *O. crispata* are locally bored by euendoliths, which include microorganisms such as cyanobacteria, Chlorophyta, Rhodophyta, and fungi. These organisms erode not only the postmortem skeletal remains but also the living skeletons (e.g. Le Campion-Alsumard et al. 1995; Tribollet 2007). In living *Oulastrea*, skeletons located near the underlying hard substrate are intensively bored by euendoliths, mainly cyanobacteria and Chlorophyta. Endolithic filaments invade the soft parts of the coral, and the density of endolithic traces is lower near the upper part of skeletons and rare in upper peripheral areas. In contrast, both the lower and upper parts of dead skeletons are affected by intense endolithic activity. *O. crispata* manages to survive the prolonged biotic attack, especially the effects on its lower parts near the substrate that are subjected to a severe environment of intensive sedimentation and mechanical erosion.

キーワード：キクメイシモドキ、薄片、軟組織、褐虫藻、euendolith、シアノバクテリア
Keywords: Oulastrea crispata, thin section, soft tissue, zooxanthella, euendolith, cyanobacteria

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

沖縄本島南部に分布する港川層から産する中期更新世サンゴ化石を用いた古環境復元

Coral-based paleoenvironmental interpretation and depositional history of the late middle Pleistocene Minatogawa Formation, southern Okinawa-jima, Japan

*戸松 里帆[1]、Marc Humblet[1]、藤田 和彦[2]
*Riho Tomatsu[1], Marc Humblet[1], Kazuhiko Fujita[2]

1. 名古屋大学環境学研究科、2. 琉球大学理学部物質地球科学科
1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. Department of Physics and Earth Sciences, University of the Ryukyus

琉球列島には第四紀環境変動の記録を残したサンゴ礁複合体堆積物が広く分布している（i.e., 琉球層群；<1.45–1.65 Ma）．なかでも，「新期石灰岩」として知られる<0.4 Maのサンゴ礁複合体堆積物は，アグラデーショナルもしくはレトログラデーショナルな累重様式を示す沈降傾向の期間（>0.4 Ma）からオフラップの累重様式を示す隆起傾向の期間（<0.4 Ma）への大規模な堆積様式の変化を記録している．本研究では，これらのうち最終間氷期[Marine Isotope Stage (MIS) 5] またはその前の間氷期（MIS 7）に形成したとされる港川層において調査を行った．港川層は沖縄本島南部やその周辺の島々に露出し，主にサンゴ石灰岩（バウンドストーン）と淘汰のよい砕屑性石灰岩（主に有孔虫化石に富むグレインストーン）の2つの岩相から成る．本層のサンゴ石灰岩はサンゴ化石を豊富に含むが，詳細な分類学的研究は行われておらず，港川層形成時の環境変動についても未解明なままである．

そこで本研究では，港川層のサンゴ化石の群集組成および時空間分布，堆積物の特徴を調べ，海水準と堆積環境の変動を復元することを目的として調査を行った．調査地である沖縄本島南部に位置する採石場では，港川層は下位から順にUnit 1–4の4つのUnitに分けられる．本研究ではそれらのうち2つのUnit（Unit 2，3）について調査を行った．

港川層のUnit 2，3から5つのサンゴ群集が確認された：群集1a（水深0–5 m），群集1 b（水深0–25 m，低エネルギー環境），群集2（水深~30 m，もしくはそれ以浅の濁った環境），群集3a（水深0–20 m），群集3b（水深3–12 m）．本研究では，港川層のUnit 2と3は異なる過程で形成されたことが示唆された．Unit 2におけるサンゴ石灰岩と隣接する淘汰のよい砕屑性石灰岩は，同時代に類似した環境下（水深~30 m，もしくはそれ以浅の濁った環境）で形成された．一方，Unit 3からは，サンゴ群集の時系列変化（群集1a→1b→3a→3b）が確認された．また，サンゴ石灰岩と隣接する淘汰のよい砕屑性石灰岩の間には溶解面が確認され，時間間隙があることも分かった．これらの結果から，Unit 3形成時には少なくとも2回の海進・海退サイクルがあったといえる．また，それらの形成と同時期に形成された断層が確認されたことから，港川層のサンゴ礁は地殻変動による小規模な水深の変化によっても影響を受けていた可能性がある．

キーワード：サンゴ化石群集、中期更新世、海水準変動、隆起、港川層、沖縄
Keywords: fossil coral communities, late middle Pleistocene, environmental and sea level changes, tectonic uplift, Minatogawa Formation, Okinawa-jima

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Calcareous nannofossil biostratigraphy and oxygen isotope stratigraphy of the lower part of the Pleistocene formation distributed in the central part of the Pacific side of Japan

*桑野 太輔[1]、久保田 好美[2]、万徳 佳菜子[2]、亀尾 浩司[3]
*Daisuke Kuwano[1], Yoshimi Kubota[2], Kanako Mantoku[2], Koji Kameo[3]

1. 千葉大学融合理工学府地球環境科学専攻、2. 国立科学博物館、3. 千葉大学理学研究院地球科学研究部門
1. Division of Earth and Environmental Sciences, Graduate School of Science and Engineering, Chiba University, 2. National Museum of Nature and Science, 3. Department of Earth Sciences, faculty of Science, Chiba University

Calcareous nannofossils, tiny calcite shells produced by calcareous nannoplankton, have been utilized to correlate marine strata and to determine their geologic ages. In the Quaternary, traceable sixteen nannofossil biohorizons were recognized (e.g., Sato et al., 1991) and some chronological studies have been done in order to test whether they were synchronous events or not based on comparative studies with astronomically tuned timescale in the equatorial Atlantic, the equatorial Pacific and the Mediterranean (e.g., Gradstein et al., 2012). This study aims at establishing the early Pleistocene age model based on oxygen isotopes in the central part of the Pacific side of Japan and evaluating synchrony of the early Pleistocene nannofossil biohorizons detected by Kuwano et al. (2019). We analyzed stable oxygen isotopes of a planktonic foraminifera, *Globorotalia inflata* from the upper part of Kiwada Formation in the Kazusa Group, a lower Pleistocene formation in the Pacific side of Japan. Isotopic measurements were performed by MAT253 Isotope mass spectrometer coupled with a Kiel IV carbonate device in the National Museum of Nature and Science.

An oxygen isotope curve obtained from 44 samples was correlated with the LR04 stack curve (Lisiecki and Raymo, 2005) and Marine Isotope Stages (MIS) 40 to 36 were recognized in the formation. Two calcareous nannofossil biohorizons, the last occurrences (LO) of large forms of *Gephyrocapsa* (>5.5 μm) and *Helicosphaera sellii* coincide with MIS 37/38 boundary and MIS 40, respectively. The LO of large forms of *Gephyrocapsa* is slightly older than those in other areas because this biohorizon is mostly situated in the early part of MIS 37 (Raffi et al., 2006). On the other hand, the LO of *Helicosphaera sellii* is found in MIS 38 in the northeastern Atlantic (Sato et al., 2009) and MIS 42 in the eastern equatorial Pacific (Wei, 1993). This biohorizon is possibly diachronous bioevent due to sporadic occurrences of this species.

Reference

Kuwano et al, 2019, Micropaleontological Reference Center Meeting 2019, O-4., Gradstein et al., 2012, The Geologic Time Scale 2012. Boston, USA, Elsevier, 1083-1127., Lisiecki and Raymo, 2005, Paleoceanography, 20, PA1003., Raffi et al., 2006, Quaternary Science Reviews, 25, 3113-3137., Sato et al., 1991, Scientific Results, ODP, 117, 37-54., Sato et al., 2009, Date Report, IODP, 303/306., Wei, 1993, Paleoceanography, 8, 85-99.

キーワード：石灰質ナノ化石、化石基準面、第四紀、酸素同位体層序
Keywords: Calcareous nannofossil, Biohorizon, Quaternary, Oxygen isotope stratigraphy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道平取町トウナイ川流域の白亜系および中新統の地質と古生物
Cretaceous and Miocene geology and paleontology of the Tounai River region, Biratori, Hokkaido

*本山 功[1]、内村 耕太郎[2]、西村 智弘[3]、竹谷 陽二郎
*Isao Motoyama[1], Kotaro Uchimura[2], Tomohiro Nishimura[3], Yojiro Taketani

1. 山形大学理学部、2. 国土防災技術株式会社、3. むかわ町穂別博物館
1. Department of Earth and Environmental Sciences, Yamagata University, 2. JCE Co.,LTD, 3. Hobetsu Museum

The Cretaceous rocks of the Yezo Group exposed in the Hobetsu district are richly fossiliferous containing marine mollusks (mainly inoceramids and ammonites), reptiles (mosasaurs, plesiosaurs and turtles) and echinoids and, therefore, many geological and paleontological works have been done so far. The Cretaceous rocks extend to the south, adjacent Biratori district, but works were less common there. We have carried out mapping to provide a revised geological map in the Tounai River area, Biratori Town, and analyzed molluscan and radiolarian fossils to estimate depositional ages. This is the first report of radiolarians from this area.

The Cretaceous Yezo Group in this area is subdivided into the Kashima and Hakobuchi Formations in ascending order and is cut by some faults. The Kashima Formation comprises fairly monotonous, hemipelagic mudstone intercalating with many acidic tuff beds. The Hakobuchi Formation is composed mainly of sandstone, conglomerate and sandy mudstone. Cross-bedded sandstone and minor coal beds suggest shallow-marine depositional environments for the Hakobuchi Formation. As a result, it has been recognized that the Kashima Formation distributes in the western part of the studied area and probably extends north to the neighboring region where the distribution of the Kashima Formation was discovered in 2015 by Negishi and coworkers. It is previously estimated that the Kashima Formation forms an anticlinal structure in the northern part of the Tounai River area. However, our investigation about facies and structures of tuff beds does not support such fold structure.

Fossils occurred throughout the Cretaceous sequence concerned here. Molluscan fossils, including *Inoceramus amakusensis*, *Inoceramus japonicus* and *Eupachydiscus haradai*, collected from the Kashima Formation of the studied section indicate ages of Santonian to Campanian. Radiolarian assemblages include *Amphipyndax stocki*, *Lithocampe manifesta* and *Spongotripus morenoensis*, suggesting ages of Coniacian to Maastrichtian for the Kashima Formation.

Miocene rocks distribute in the western margin of the studied area and are bounded from the Cretaceous rocks by a fault. The Miocene rocks subdivided into the Takinoue and Kawabata Formations in ascending order. The Takinoue Formation consists of mudstone and sandstone. Strata of the Kawabata Formation are dominated by interbedded mudstone and sandstone representing turbidite facies of deep-sea fans. In the studied area, the lower part of the Kawabata Formation crops out. Radiolarians were almost absent from the samples collected from these Miocene formations.

キーワード：蝦夷層群、アンモナイト、イノセラムス、放散虫
Keywords: Yezo Group, Ammonoid, Inoceramus, Radiolaria

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ジュラ紀前期の海洋無酸素事変に対するベントスの応答：豊浦層群西中山層より産出した生痕化石*Phycosiphon*の定量解析からの検討

Response of benthic organisms to oceanic anoxic event in the Early Jurasic (T-OAE): Insights from quantitative analysis of the trace fossil Phycosiphon from the Nishinakayama Formation, Toyora Group

*北畠 京祐[1,2]、泉 賢太郎[3]、大越 健嗣[1]
*Kyosuke Kitabatake[1,2], Kentaro Izumi[3], Kenji Okoshi[1]

1. 東邦大学理学部生命圏環境科学科、2. 茨城大学理学部理学科地球環境科学コース、3. 千葉大学教育学部
1. Department of Environmental Science, Faculty of Science, Toho University, 2. Department of Earth Sciences, College of Science, Ibaraki University, 3. Faculty & Graduate School of Education, Chiba University

トアルシアン期前期(ジュラ紀前期)の海洋無酸素事変(T-OAE)に関する古生物学的研究は海洋性微化石を含む体化石に主に焦点が当てられてきた。しかし、生痕を形成する軟組織のみから構成された海洋ベントスの古生態を理解するために重要な生痕化石は、比較的研究例が少ない。そのため、本研究では、T-OAE期におけるベントスの応答を評価するため、ジュラ紀前期の浅海層である豊浦層群西中山層(山口県下関市)より産出した小型ベントスの生痕化石*Phycosiphon*の単位面積当たりの被度・フラクタル次元・最大径を計測した。そして、これらの結果を用いて、小型ベントスの行動量、行動様式、最大サイズを推定した。更に、ジュラ紀前期の海洋の酸化還元状態を推定するため、先行研究の地球化学的なデータに加えて、本研究で新たにフランボイダル黄鉄鉱のサイズ計測を行い、平均サイズと標準偏差を求めた。

解析の結果、T-OAE期において*Phycosiphon*の被度・フラクタル次元が低下し、最大サイズも減少していた。また、フランボイダル黄鉄鉱のサイズ計測の結果より、T-OAE期の海洋水塊中ではeuxinicな環境が卓越していたことが示唆された。先行研究の地球化学データに基づくと、海洋底層水においては主にdysoxicな環境が卓越していたと考えられる。以上より、ジュラ紀前期の海洋酸化還元環境の変動が、小型ベントスの生態や体サイズに対して制約を引き起こし越していた可能性がある。一般的には小型生物は大型生物に比べて環境変動の影響を受けにくいと見なされているが、T-OAEの影響は小型ベントスにまで及んでいたことが示唆された。

キーワード：生痕化石、Phycosiphon、トアルシアン期、海洋無酸素事変、豊浦層群、西中山層
Keywords: Trace fossil, Phycosiphon, Toarcian, Oceanic Anoxic Event, Toyora Group, Nishinakayama Formation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_9

[M-IS03] アジア・モンスーンの進化と変動，新生代全球気候変化におけるモンスーンの位置づけ

コンビーナ:山本 正伸(北海道大学大学院地球環境科学研究院)、多田 隆治(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)

The Asian Monsoon (AM) is a part of interhemispheric atmospheric phenomena that is driven by the thermal gradient between ocean and land. Contrasts of insolation, heat content and latent heat transfer between ocean and land may have affected the behavior of the AM in the past, but the proxy records are occasionally controversial and do not show a clear picture of the AM variability. Recent proxy and modeling studies suggest that glacial pCO2 cycles could be related to the position of southern westerlies, which is sensitive to interhemispheric heat imbalance. Because monsoon is driven by the heat imbalance, knowledge on the variability of the AM is important to understand the behavior of the global climate system. In this session, presentations on the reconstruction of long-term AM variability from various archives such as IODP expedition cores, discussion on its forcing, and the roles of the AM in global climate changes are welcome.

[MIS03-P01] Asian dust source variability since 10 Ma based on grain size specific mineral composition at IODP Site U1425 in the Japan Sea

*李 梅花[1]、Irino Tomohisa[1] (1.Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University)

[MIS03-P02] Sources and formation environment of biomass burning products in Pliocene and Pleistocene marine sediments in the Japan Sea

*芦 松[1]、山下 洋平[2]、入野 智久[2] (1.北海道大学大学院環境科学院、2.北海道大学地球環境科学研究院)

[MIS03-P03] Variation of mineral dust flux in peat at a high moor on the Mt. Daisetsu during Holocene

*入野 智久[1]、平井 啓介[1]、関 宰[1]、James Hooper[2]、Samuel Marx[2] (1.北海道大学、2.ウーロンゴン大学)

[MIS03-P04] 日本海北海道西沖 (IODP Site U1422) における藻類バイオマーカーに記録された過去25万年間の海洋表層環境の変動

*鈴木 朝子[1]、沢田 健[2]、風呂田 郷史[3]、五十嵐 八枝子[4]、入野 智久[5] (1.北海道大学理学院自然史科学専攻、2.北海道大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3.海洋研究開発機構、4.北方圏古環境研究室、5.北海道大学大学院地球環境科学研究院)

[MIS03-P05] **水月湖コアの長鎖脂肪酸水素安定同位体比にみられる十年規模変動**

*稲垣 征哉[1]、山本 正伸[1,2]、中川 毅[3] (1.北海道大学大学院環境科学院、2.北海道大学大学院地球環境科学研究院、3.立命館大学総合科学技術研究機構古気候学研究センター)

[MIS03-P06] **Amplitude modulation of sea surface temperature variability in the Bay of Bengal by 400-kyr eccentricity cycle**

*山本 正伸[1]、土屋 優子[1]、Steven Clemens[2] (1.北海道大学大学院地球環境科学研究院、2.ブラウン大学地球惑星環境科学科)

Asian dust source variability since 10 Ma based on grain size specific mineral composition at IODP Site U1425 in the Japan Sea

Asian dust source variability since 10 Ma based on grain size specific mineral composition at IODP Site U1425 in the Japan Sea

*李 梅花[1]、Irino Tomohisa[1]
*Mui Fa Alison Lee[1], Tomohisa Irino[1]

1. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University
1. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University

Sediments at Integrated Ocean Drilling Program (IODP) Site U1425 in the Japan Sea is under the strong influence of westerly jet stream and winter monsoon wind which transporting a significant amount of aeolian dust from both Taklamakan deserts and Gobi deserts. Aeolian dust from Taklamakan showed very high content of quartz (60-90%) and less plagioclase (5-40%) than from NE Chinese deserts and Loess (Gobi). The lower value of half height width (FWHM) of illite peak in X-ray diffraction (XRD) profile can be used as an indicator higher illite crystallinity. A decreasing trend of illite FWHM (increasing trend of the crystalinity) towards the core of the fold and thrust anticline has been recognized (Robinson et al. 1990; Orozco et al. 1998). Illite is also predominant component of the Chinese loess, and its highly crystallized nature has been interpreted to indicate that the illite was not formed at surface temperature and may have originated from a low temperature metamorphic environment.

In order to reconstruct a long-term changes in dust sources and transport pathways of Asian dust utilizing knowledges above, we examined mineral composition of IODP Site U1425 located at the central Japan Sea. The sediment samples were separated into >4 μm (silt) and <4 μm (clay) fractions by repeated pipette method. Both fractions were used for powder XRD analysis and peak heights of diagnostic peaks of major minerals were regarded as relative abundance of the minerals. FWHM and chemical index of illite were also examined.

In general, a very high quartz content found at Site U1425 may indicate sediments are aeolian source from Taklamakan deserts and higher plagioclase (albite) may infer dust source from Gobi deserts. Intervals around 9.5 Ma, 8.3 Ma, 7.9 Ma and 4.5 Ma showed very high quartz content and less albite at Site U1425, which indicate increases in dust supplied from Taklamakan than Gobi deserts due to stronger westerly wind. During Pliocene to early Pleistocene (4.2-2Ma), Taklamakan dust is still dominant, however the increasing influence of Gobi dust is recognized at 4.1 and 3.4Ma. On the other hand, an abrupt increase of the ratio of albite to quartz from 0.2 at 4.5 Ma to 0.8 at 4.1 Ma is found, which also shows another maximum at 0.6 Ma. In general, increase of albite abundance in sediments at Site U1425 during Pleistocene indicates the increasing dust supplied from NE China and Gobi deserts and the strengthened winter monsoon.

FWHM (crystallinity) of illite in silt fraction at Site U1425 showed low values (high crystallinity) with narrow range around 0.2°2θ during Pleistocene. The illite chemistry index showed values below 0.4 and genrerally around 0.3 during Pleistocene, which represents (Fe, Mg)-rich illites (biotite) characterized for physically eroded or unweathered rocks. The highly crystallized and Fe–Mg rich illites in the silt fraction at Site U1425 in the Japan Sea suggests their aeolian origin which may be derived from pre-existing sediments which eroded from low-grade metamorphic rocks in the northern regions of the Tibetan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Plateau. In a longer time-scale, higher crystallinity and lower chemistry index of illite in silt fractions occurred in similar timing at 9.3 Ma and 6.6-2.7 Ma which could be correlated with the active regional uplift and tectonic activities of the northeastern margin of the Tibetan Plateau. Possible changes in source of illite indicates frequent plate tectonic activities near the Taklamakan deserts of North Tibet plateau especially from 6.6-2.7Ma.

キーワード：Aeolian dust、Taklamakan deserts、Quartz、Feldspar 、Illite、Gobi deserts
Keywords: Aeolian dust, Taklamakan deserts, Quartz, Feldspar , Illite, Gobi deserts

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Sources and formation environment of biomass burning products in Pliocene and Pleistocene marine sediments in the Japan Sea

*芦 松[1]、山下 洋平[2]、入野 智久[2]
*Song Lu[1], Youhei Yamashita[2], Tomohisa Irino[2]

1. 北海道大学大学院環境科学院、2. 北海道大学地球環境科学研究院
1. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University , 2. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University

Behavior of black carbon (BC) is crucial for the earth surface environment because it could cause global warming by absorbing sunlight in the atmosphere. BC is originated from incomplete combustion of biomass or fossil fuels. Combustion in natural processes is incomplete due to local limitation of oxygen during the fire, which leads to the formation of organic fire residues. Robustness of BC to degradation in the natural environment enables us to use BC as a proxy to study the driving force of frequency and burning temperatures of past wildfire events. But the previous fire researches (paleoclimate rather than modern ecology) did not discuss the control factors for burning temperature or try to rebuild the fire temperature. Objective of this study is to understand factors controlling the thermal/optical/chemical characters of BC with burning temperature, provenance and aging in relation to the variabilities of vegetation in the hinterland. For these purposes, BC was quantified as elemental carbon (EC) in coarse (>2 μm) and fine (<2 μm) fractions of sediment samples using a thermal optical transmittance (TOT) method, and their burning temperatures were estimated for bulk samples through measurement of composition of benzene polycarboxylic acids (BPCAs), molecular markers of fire residues, determined with High Performance Liquid Chromatography (HPLC). In order to examine the relationship between burning temperature and BPCA composition, selected plants were experimentally charred to obtain standard charcoal samples. We also applied TOT and BPCA methods to marine sediments such as the surface sediments collected during KR15-10 cruise off the Wakasa Bay and 63 samples between 0 and 203 m CCSF-D were selected from IODP Site U1423 in the northeastern Japan Sea which covered the last 4.3 Myr. Size dependencies of EC contents and thermal properties will be compared with the contents and composition of BPCAs to examine the influence of sources, transport pathways, and burning temperatures of BCs contained in marine sediments.

キーワード：biomass burning、elemental carbon、benzene polycarboxylic acid
Keywords: biomass burning, elemental carbon, benzene polycarboxylic acid

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Variation of mineral dust flux in peat at a high moor on the Mt. Daisetsu during Holocene

*入野 智久[1]、平井 啓介[1]、関 宰[1]、James Hooper[2]、Samuel Marx[2]
*Tomohisa Irino[1], Keisuke Hirai[1], Osamu Seki[1], James Hooper[2], Samuel Marx[2]

1. 北海道大学、2. ウーロンゴン大学
1. Hokkaido University, 2. University of Wollongong

Mt. Daisetsu, Hokkaido, Japan is located just below the northern route of Asian dust transport and receives a significant amount of dust which dies snow surface brown in spring time every year. This area is also characterized by well-developed high moors on the mountains covering the last 4000 - 7500 yrs, which would continuously record the history of climate change during the middle to late Holocene. Peat collected from these high moor could be also a suitable material for a precise age determination using the radio carbon, and its inorganic fraction might consist of aeolian dust of continental origin and volcanic materials of the local origin which could be easily distinguished from each other.

Asian dust transported to the northern Japan may have a different source from those transported to the southwestern Japan. In spite of this, many of previous dust studies for Asian dust deposition in Japan have been conducted for the paleo-archives collected from the southern area. Therefore, it is necessary to reconstruct the composition and flux of Asian dust transported to the northern Japan in order to understand the spatio-temporal variability of westerly that could have significant influence on the climate in east Asia.

We collected peat cores from the high moor in Mt. Daisetsuzan area, and measured the mineral composition contained in peat. After heat treatment of peat samples, we conducted X-ray diffraction (XRD) analysis on the ash fraction and semi-quantified the minerals. Quartz, illite, and chlorite showed positive correlation among others, while various feldspars showed another positive correlation among others independent from quartz. Amorphous materials exhibited a variability different from quartz or feldspars. High ash content was associated with high feldspars or amorphous. Comparing these mineral compositions with those of aeolian dust deposited in this area and the local riverbed materials, we judged that the inorganic fraction could be explained by mixtures of aeolian dust and two kinds (crystalline and amorphous) of local volcanic materials.

We applied statistical unmixing of these mineral assemblage using PARAFAC algorithm on XRD profiles. Quantification of subcomponents such as Asian dust and local volcanic materials enabled us to estimate the variation of dust flux to this northern region for the last 5000 years. Comparison of our results with previous works for dust depositional history in southwestern region around Japan shows an antiphase variation of dust fluxes between north and south, which suggests the change in meandering pattern or pathway of westerly jet trasporting Asian dust.

キーワード：黄砂、泥炭、大雪山、完新世
Keywords: Asian dust, peat, Mt. Daisetsu, Holocene

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本海北海道西沖 (IODP Site U1422) における藻類バイオマーカーに記録された過去25万年間の海洋表層環境の変動

Variations in sea surface environments recorded by algal biomarkers in the Japan Sea off the western coast of Hokkaido (IODP Site U1422) over the last 250 ka

*鈴木 朝子[1]、沢田 健[2]、風呂田 郷史[3]、五十嵐 八枝子[4]、入野 智久[5]
*Asako Suzuki[1], Ken Sawada[2], Satoshi Furota[3], Yaeko Igarashi[4], Tomohisa Irino[5]

1. 北海道大学理学院自然史科学専攻、2. 北海道大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3. 海洋研究開発機構、4. 北方圏古環境研究室、5. 北海道大学大学院地球環境科学研究院
1. Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Hokkaido University, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. Institute for Paleoenvironment of Northern Regions, 5. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University

[はじめに]

日本海は4つの海峡によって外洋から隔てられた縁海であり、その表層は対馬暖流 (TWC)、深層は日本海固有水が占めるという特徴的な環境を発達させている。氷期/間氷期変動において、海水準の昇降に伴って日本海の表層環境は大きくその様相を変化させてきた。日本海北部は、冬季東アジアモンスーンによって強い海面冷却を受けていたことが報告されているものの、古環境解析があまり進んでいないことから分かっていない点も多い。そこで、本研究では日本海北部の過去25万年間に注目し、IODPのExp. 346 U1422サイトで採取された堆積コアを用いて、バイオマーカー分析を行った。特に古水温の指標として頻繁に用いられてきたのはハプト藻によって生成されるアルケノンを利用したものだが、本研究ではそれに加え、珪藻および真正眼点藻によって作り出される長鎖ジオールを用いた指標を応用した。長鎖ジオールは近年、水温のみならず湧昇強度や淡水流入の指標としても有用性が高いという報告がなされており、多角的な古海洋環境の解析に役立つと考えられる。

[試料と方法]

試料として、2013年に行われたIODPのExp. 346航海で日本海盆北部（北海道西沖）U1422サイト (43°45.99’N, 138°49.99’E) から採取された深海掘削堆積物コアを用い、MIS8～現在(～約250ka) の期間に着目して研究を行った。分析方法としては、凍結乾燥処理した試料を有機溶媒で抽出した後に、シリカゲルカラムによって無極性～極性成分に分画した。すべての極性の画分をGC-MSおよびGC-FIDを用いてバイオマーカー分析した。

[結果と考察]

アルケノン及びジオール古水温はともに氷期/間氷期サイクルに同調した変動を示した。MIS 2からMIS 3にかけてアルケノン古水温がジオール古水温に比べ特に高いという結果が得られた。この理由は、アルケノン生産者がこの時期のみ特異的な種であった可能性が高い。また本研究ではいくつかの試料から4不飽和アルケノンが高濃度で検出されたため、アルケノン指標としてよく用いられる$U^{K'}_{37}$だけでなく4不飽和アルケノンを含めた指標(U^{K}_{37})を用いて古水温分析を行った。その結果、U^{K}_{37}を用いた水温データは概して$U^{K'}_{37}$の水温より低いことを導き出した。一方、ジオール指標 (Diol Index 1, 2)分析から湧昇強度の変動を復元したところ、全体的に低い値で、日本海北部では過去から湧昇があまり発達しない海域であることが推測される。しかし、MIS 2では比較的高い値を示しており、氷期の海面冷却によって鉛直混合が促進されたことが伺えた。さ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

らに、淡水の指標とされるC_{32} 1, 15ジオール比を分析したところ、氷期から間氷期への過渡期に増加する傾向が見られた。これは、氷期に陸上に蓄積した氷雪が、融氷期に河川を通じて海洋に流出した可能性が考えられる。さらに、氷期の最中にもC_{32} 1, 15ジオール比のスパイクがあり、これは南下してきた季節性海氷が融解したことで、表層の淡水の割合が増加したこと、さらに、海水準の低下によって日本海が孤立した結果、表層における河川からの淡水の影響が大きくなったことが示唆される。

キーワード：日本海北部、藻類バイオマーカー、アルケノン、ジオール、東アジアモンスーン、第四紀
Keywords: Northern Japan Sea, Algal biomarker, Alkenone, Diol, East Asian Monsoon, Quaternary

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

水月湖コアの長鎖脂肪酸水素安定同位体比にみられる十年規模変動
Decadal oscillation in hydrogen stable isotope ratio of long chain fatty acids in Lake Suigetsu sediment core

*稲垣 征哉[1]、山本 正伸[1,2]、中川 毅[3]
*Masaya Inagaki[1], Masanobu Yamamoto[1,2], Takeshi Nakagawa[3]

1. 北海道大学大学院環境科学院、2. 北海道大学大学院地球環境科学研究院、3. 立命館大学総合科学技術研究機構古気候学研究センター
1. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, 2. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 3. Research Center for Palaeoclimatology, Ritsumeikan University

我が国の気候は太平洋十年規模変動（PDO）やモンスーン，エルニーニョ南方振動の影響を受けている．本研究では，福井県水月湖コアの長鎖n-脂肪酸の水素同位体比を分析することにより，西暦1362～1662年と1853～2017年の降水同位体比の変動を推定した．長鎖n-脂肪酸の水素同位体比δD値は-120 ‰から-170 ‰の範囲で十年規模の変動を示した． 1362～1662年の期間のδD変動は別府湾のアルケノン水温変動と対応しており，別府湾水温が高いとき，δD値が高い傾向がみられた．別府湾の水温が太平洋十年規模変動に対応していることを考えると，水月湖コアに記録されている長鎖n-脂肪酸δDの変動は太平洋十年規模変動に応答した降水同位体比の変動を反映している可能性が高い．名古屋での降水の同位体比は梅雨前線の位置の影響を受け，名古屋よりも北側で梅雨前線が停滞している時に高く，南側で停滞しているときには低くなることが報告されている（Kurita et al., 2015 Climate of the Past）．1362～1662年の期間では， PDOが負の時（別府湾水温が高いとき），梅雨前線の平均的位置が北上していたことが推察された．

キーワード：PDO、降水同位体比、気候変動
Keywords: PDO, isotopic ratio of precipitation, climate change

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Amplitude modulation of sea surface temperature variability in the Bay of Bengal by 400-kyr eccentricity cycle

*山本 正伸[1]、土屋 優子[1]、Steven Clemens[2]
*Masanobu Yamamoto[1], Yuko Tsuchiya[1], Steven Clemens[2]

1. 北海道大学大学院地球環境科学研究院、2. ブラウン大学地球惑星環境科学科
1. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 2. Department of Earth, Planetary and Environmental Sciences, Brown University

We generated a 1.7 kyr-resolution TEX_{86}-based sea surface temperature (SST) record from the International Ocean Discovery Program Site U1446 in the Bay of Bengal during the last 1.46 Myr. The SST varied synchronously with LR04 benthic foraminifera $\delta^{18}O$ and deep water $\delta^{13}C$. The cyclicity changed from 41-kyr to 100-kyr around 900 ka. The amplitude of SST variation responded to the 400-kyr cycles of eccentricity. Higher amplitude corresponded to low eccentricity. This suggests that eccentricity forced climate variability independently of the shift of cyclicity of glacial cycles across the Mid-Pleistocene Transition.

キーワード：ベンガル湾、水温、中期更新世遷移期
Keywords: Bay of Bengal, Sea surface temperature, Mid-Pleistocene Transition

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_34

[M-IS03] アジア・モンスーンの進化と変動，新生代全球気候変化におけるモンスーンの位置づけ

コンビーナ:山本 正伸(北海道大学大学院地球環境科学研究院)、多田 隆治(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)

The Asian Monsoon (AM) is a part of interhemispheric atmospheric phenomena that is driven by the thermal gradient between ocean and land. Contrasts of insolation, heat content and latent heat transfer between ocean and land may have affected the behavior of the AM in the past, but the proxy records are occasionally controversial and do not show a clear picture of the AM variability. Recent proxy and modeling studies suggest that glacial pCO2 cycles could be related to the position of southern westerlies, which is sensitive to interhemispheric heat imbalance. Because monsoon is driven by the heat imbalance, knowledge on the variability of the AM is important to understand the behavior of the global climate system. In this session, presentations on the reconstruction of long-term AM variability from various archives such as IODP expedition cores, discussion on its forcing, and the roles of the AM in global climate changes are welcome.

[MIS03-P01] Asian dust source variability since 10 Ma based on grain size specific mineral composition at IODP Site U1425 in the Japan Sea

*李 梅花[1]、Irino Tomohisa[1] (1.Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University)

[MIS03-P02] Sources and formation environment of biomass burning products in Pliocene and Pleistocene marine sediments in the Japan Sea

*芦 松[1]、山下 洋平[2]、入野 智久[2] (1.北海道大学大学院環境科学院、2.北海道大学地球環境科学研究院)

[MIS03-P03] Variation of mineral dust flux in peat at a high moor on the Mt. Daisetsu during Holocene

*入野 智久[1]、平井 啓介[1]、関 宰[1]、James Hooper[2]、Samuel Marx[2] (1.北海道大学、2.ウーロンゴン大学)

[MIS03-P04] 日本海北海道西沖 (IODP Site U1422) における藻類バイオマーカーに記録された過去25万年間の海洋表層環境の変動

*鈴木 朝子[1]、沢田 健[2]、風呂田 郷史[3]、五十嵐 八枝子[4]、入野 智久[5] (1.北海道大学理学院自然史科学専攻、2.北海道大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3.海洋研究開発機構、4.北方圏古環境研究室、5.北海道大学大学院地球環境科学研究院)

[MIS03-P05] **水月湖コアの長鎖脂肪酸水素安定同位体比にみられる十年規模変動**

*稲垣 征哉[1]、山本 正伸[1,2]、中川 毅[3] (1.北海道大学大学院環境科学院、2.北海道大学大学院地球環境科学研究院、3.立命館大学総合科学技術研究機構古気候学研究センター)

[MIS03-P06] **Amplitude modulation of sea surface temperature variability in the Bay of Bengal by 400-kyr eccentricity cycle**

*山本 正伸[1]、土屋 優子[1]、Steven Clemens[2] (1.北海道大学大学院地球環境科学研究院、2.ブラウン大学地球惑星環境科学科)

Asian dust source variability since 10 Ma based on grain size specific mineral composition at IODP Site U1425 in the Japan Sea

Asian dust source variability since 10 Ma based on grain size specific mineral composition at IODP Site U1425 in the Japan Sea

*李 梅花[1]、Irino Tomohisa[1]
*Mui Fa Alison Lee[1], Tomohisa Irino[1]

1. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University
1. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University

Sediments at Integrated Ocean Drilling Program (IODP) Site U1425 in the Japan Sea is under the strong influence of westerly jet stream and winter monsoon wind which transporting a significant amount of aeolian dust from both Taklamakan deserts and Gobi deserts. Aeolian dust from Taklamakan showed very high content of quartz (60-90%) and less plagioclase (5-40%) than from NE Chinese deserts and Loess (Gobi). The lower value of half height width (FWHM) of illite peak in X-ray diffraction (XRD) profile can be used as an indicator higher illite crystallinity. A decreasing trend of illite FWHM (increasing trend of the crystalinity) towards the core of the fold and thrust anticline has been recognized (Robinson et al. 1990; Orozco et al. 1998). Illite is also predominant component of the Chinese loess, and its highly crystallized nature has been interpreted to indicate that the illite was not formed at surface temperature and may have originated from a low temperature metamorphic environment.

In order to reconstruct a long-term changes in dust sources and transport pathways of Asian dust utilizing knowledges above, we examined mineral composition of IODP Site U1425 located at the central Japan Sea. The sediment samples were separated into >4 μm (silt) and <4 μm (clay) fractions by repeated pipette method. Both fractions were used for powder XRD analysis and peak heights of diagnostic peaks of major minerals were regarded as relative abundance of the minerals. FWHM and chemical index of illite were also examined.

In general, a very high quartz content found at Site U1425 may indicate sediments are aeolian source from Taklamakan deserts and higher plagioclase (albite) may infer dust source from Gobi deserts. Intervals around 9.5 Ma, 8.3 Ma, 7.9 Ma and 4.5 Ma showed very high quartz content and less albite at Site U1425, which indicate increases in dust supplied from Taklamakan than Gobi deserts due to stronger westerly wind. During Pliocene to early Pleistocene (4.2-2Ma), Taklamakan dust is still dominant, however the increasing influence of Gobi dust is recognized at 4.1 and 3.4Ma. On the other hand, an abrupt increase of the ratio of albite to quartz from 0.2 at 4.5 Ma to 0.8 at 4.1 Ma is found, which also shows another maximum at 0.6 Ma. In general, increase of albite abundance in sediments at Site U1425 during Pleistocene indicates the increasing dust supplied from NE China and Gobi deserts and the strengthened winter monsoon.

FWHM (crystallinity) of illite in silt fraction at Site U1425 showed low values (high crystallinity) with narrow range around 0.2°2θ during Pleistocene. The illite chemistry index showed values below 0.4 and genrerally around 0.3 during Pleistocene, which represents (Fe, Mg)-rich illites (biotite) characterized for physically eroded or unweathered rocks. The highly crystallized and Fe–Mg rich illites in the silt fraction at Site U1425 in the Japan Sea suggests their aeolian origin which may be derived from pre-existing sediments which eroded from low-grade metamorphic rocks in the northern regions of the Tibetan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Plateau. In a longer time-scale, higher crystallinity and lower chemistry index of illite in silt fractions occurred in similar timing at 9.3 Ma and 6.6-2.7 Ma which could be correlated with the active regional uplift and tectonic activities of the northeastern margin of the Tibetan Plateau. Possible changes in source of illite indicates frequent plate tectonic activities near the Taklamakan deserts of North Tibet plateau especially from 6.6-2.7Ma.

キーワード：Aeolian dust、Taklamakan deserts、Quartz、Feldspar 、Illite、Gobi deserts
Keywords: Aeolian dust, Taklamakan deserts, Quartz, Feldspar , Illite, Gobi deserts

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Sources and formation environment of biomass burning products in Pliocene and Pleistocene marine sediments in the Japan Sea

*芦 松[1]、山下 洋平[2]、入野 智久[2]
*Song Lu[1], Youhei Yamashita[2], Tomohisa Irino[2]

1. 北海道大学大学院環境科学院、2. 北海道大学地球環境科学研究院
1. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University , 2. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University

Behavior of black carbon (BC) is crucial for the earth surface environment because it could cause global warming by absorbing sunlight in the atmosphere. BC is originated from incomplete combustion of biomass or fossil fuels. Combustion in natural processes is incomplete due to local limitation of oxygen during the fire, which leads to the formation of organic fire residues. Robustness of BC to degradation in the natural environment enables us to use BC as a proxy to study the driving force of frequency and burning temperatures of past wildfire events. But the previous fire researches (paleoclimate rather than modern ecology) did not discuss the control factors for burning temperature or try to rebuild the fire temperature. Objective of this study is to understand factors controlling the thermal/optical/chemical characters of BC with burning temperature, provenance and aging in relation to the variabilities of vegetation in the hinterland. For these purposes, BC was quantified as elemental carbon (EC) in coarse (>2 μm) and fine (<2 μm) fractions of sediment samples using a thermal optical transmittance (TOT) method, and their burning temperatures were estimated for bulk samples through measurement of composition of benzene polycarboxylic acids (BPCAs), molecular markers of fire residues, determined with High Performance Liquid Chromatography (HPLC). In order to examine the relationship between burning temperature and BPCA composition, selected plants were experimentally charred to obtain standard charcoal samples. We also applied TOT and BPCA methods to marine sediments such as the surface sediments collected during KR15-10 cruise off the Wakasa Bay and 63 samples between 0 and 203 m CCSF-D were selected from IODP Site U1423 in the northeastern Japan Sea which covered the last 4.3 Myr. Size dependencies of EC contents and thermal properties will be compared with the contents and composition of BPCAs to examine the influence of sources, transport pathways, and burning temperatures of BCs contained in marine sediments.

キーワード：biomass burning、elemental carbon、benzene polycarboxylic acid
Keywords: biomass burning, elemental carbon, benzene polycarboxylic acid

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Variation of mineral dust flux in peat at a high moor on the Mt. Daisetsu during Holocene

*入野 智久[1]、平井 啓介[1]、関 宰[1]、James Hooper[2]、Samuel Marx[2]
*Tomohisa Irino[1], Keisuke Hirai[1], Osamu Seki[1], James Hooper[2], Samuel Marx[2]

1. 北海道大学、2. ウーロンゴン大学
1. Hokkaido University, 2. University of Wollongong

Mt. Daisetsu, Hokkaido, Japan is located just below the northern route of Asian dust transport and receives a significant amount of dust which dies snow surface brown in spring time every year. This area is also characterized by well-developed high moors on the mountains covering the last 4000 - 7500 yrs, which would continuously record the history of climate change during the middle to late Holocene. Peat collected from these high moor could be also a suitable material for a precise age determination using the radio carbon, and its inorganic fraction might consist of aeolian dust of continental origin and volcanic materials of the local origin which could be easily distinguished from each other.

Asian dust transported to the northern Japan may have a different source from those transported to the southwestern Japan. In spite of this, many of previous dust studies for Asian dust deposition in Japan have been conducted for the paleo-archives collected from the southern area. Therefore, it is necessary to reconstruct the composition and flux of Asian dust transported to the northern Japan in order to understand the spatio-temporal variability of westerly that could have significant influence on the climate in east Asia.

We collected peat cores from the high moor in Mt. Daisetsuzan area, and measured the mineral composition contained in peat. After heat treatment of peat samples, we conducted X-ray diffraction (XRD) analysis on the ash fraction and semi-quantified the minerals. Quartz, illite, and chlorite showed positive correlation among others, while various feldspars showed another positive correlation among others independent from quartz. Amorphous materials exhibited a variability different from quartz or feldspars. High ash content was associated with high feldspars or amorphous. Comparing these mineral compositions with those of aeolian dust deposited in this area and the local riverbed materials, we judged that the inorganic fraction could be explained by mixtures of aeolian dust and two kinds (crystalline and amorphous) of local volcanic materials.

We applied statistical unmixing of these mineral assemblage using PARAFAC algorithm on XRD profiles. Quantification of subcomponents such as Asian dust and local volcanic materials enabled us to estimate the variation of dust flux to this northern region for the last 5000 years. Comparison of our results with previous works for dust depositional history in southwestern region around Japan shows an antiphase variation of dust fluxes between north and south, which suggests the change in meandering pattern or pathway of westerly jet trasporting Asian dust.

キーワード：黄砂、泥炭、大雪山、完新世
Keywords: Asian dust, peat, Mt. Daisetsu, Holocene

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本海北海道西沖 (IODP Site U1422) における藻類バイオマーカーに記録された過去25万年間の海洋表層環境の変動

Variations in sea surface environments recorded by algal biomarkers in the Japan Sea off the western coast of Hokkaido (IODP Site U1422) over the last 250 ka

*鈴木 朝子[1]、沢田 健[2]、風呂田 郷史[3]、五十嵐 八枝子[4]、入野 智久[5]
*Asako Suzuki[1], Ken Sawada[2], Satoshi Furota[3], Yaeko Igarashi[4], Tomohisa Irino[5]

1. 北海道大学理学院自然史科学専攻、2. 北海道大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3. 海洋研究開発機構、4. 北方圏古環境研究室、5. 北海道大学大学院地球環境科学研究院
1. Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Hokkaido University, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. Institute for Paleoenvironment of Northern Regions, 5. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University

[はじめに]

日本海は4つの海峡によって外洋から隔てられた縁海であり、その表層は対馬暖流 (TWC)、深層は日本海固有水が占めるという特徴的な環境を発達させている。氷期/間氷期変動において、海水準の昇降に伴って日本海の表層環境は大きくその様相を変化させてきた。日本海北部は、冬季東アジアモンスーンによって強い海面冷却を受けていたことが報告されているものの、古環境解析があまり進んでいないことから分かっていない点も多い。そこで、本研究では日本海北部の過去25万年間に注目し、IODPのExp. 346 U1422サイトで採取された堆積コアを用いて、バイオマーカー分析を行った。特に古水温の指標として頻繁に用いられてきたのはハプト藻によって生成されるアルケノンを利用したものだが、本研究ではそれに加え、珪藻および真正眼点藻によって作り出される長鎖ジオールを用いた指標を応用した。長鎖ジオールは近年、水温のみならず湧昇強度や淡水流入の指標としても有用性が高いという報告がなされており、多角的な古海洋環境の解析に役立つと考えられる。

[試料と方法]

試料として、2013年に行われたIODPのExp. 346航海で日本海盆北部（北海道西沖）U1422サイト (43°45.99’N, 138°49.99’E) から採取された深海掘削堆積物コアを用い、MIS8～現在(～約250ka) の期間に着目して研究を行った。分析方法としては、凍結乾燥処理した試料を有機溶媒で抽出した後に、シリカゲルカラムによって無極性～極性成分に分画した。すべての極性の画分をGC-MSおよびGC-FIDを用いてバイオマーカー分析した。

[結果と考察]

アルケノン及びジオール古水温はともに氷期/間氷期サイクルに同調した変動を示した。MIS 2からMIS 3にかけてアルケノン古水温がジオール古水温に比べ特に高いという結果が得られた。この理由は、アルケノン生産者がこの時期のみ特異的な種であった可能性が高い。また本研究ではいくつかの試料から4不飽和アルケノンが高濃度で検出されたため、アルケノン指標としてよく用いられる$U^{K'}_{37}$だけでなく4不飽和アルケノンを含めた指標(U^{K}_{37})を用いて古水温分析を行った。その結果、U^{K}_{37}を用いた水温データは概して$U^{K'}_{37}$の水温より低いことを導き出した。一方、ジオール指標 (Diol Index 1, 2)分析から湧昇強度の変動を復元したところ、全体的に低い値で、日本海北部では過去から湧昇があまり発達しない海域であることが推測される。しかし、MIS 2では比較的高い値を示しており、氷期の海面冷却によって鉛直混合が促進されたことが伺えた。さ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

らに、淡水の指標とされるC_{32} 1, 15ジオール比を分析したところ、氷期から間氷期への過渡期に増加する傾向が見られた。これは、氷期に陸上に蓄積した氷雪が、融氷期に河川を通じて海洋に流出した可能性が考えられる。さらに、氷期の最中にもC_{32} 1, 15ジオール比のスパイクがあり、これは南下してきた季節性海氷が融解したことで、表層の淡水の割合が増加したこと、さらに、海水準の低下によって日本海が孤立した結果、表層における河川からの淡水の影響が大きくなったことが示唆される。

キーワード：日本海北部、藻類バイオマーカー、アルケノン、ジオール、東アジアモンスーン、第四紀
Keywords: Northern Japan Sea, Algal biomarker, Alkenone, Diol, East Asian Monsoon, Quaternary

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

水月湖コアの長鎖脂肪酸水素安定同位体比にみられる十年規模変動
Decadal oscillation in hydrogen stable isotope ratio of long chain fatty acids in Lake Suigetsu sediment core

*稲垣 征哉[1]、山本 正伸[1,2]、中川 毅[3]
*Masaya Inagaki[1], Masanobu Yamamoto[1,2], Takeshi Nakagawa[3]

1. 北海道大学大学院環境科学院、2. 北海道大学大学院地球環境科学研究院、3. 立命館大学総合科学技術研究機構古気候学研究センター
1. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, 2. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 3. Research Center for Palaeoclimatology, Ritsumeikan University

我が国の気候は太平洋十年規模変動（PDO）やモンスーン，エルニーニョ南方振動の影響を受けている．本研究では，福井県水月湖コアの長鎖n-脂肪酸の水素同位体比を分析することにより，西暦1362～1662年と1853～2017年の降水同位体比の変動を推定した．長鎖n-脂肪酸の水素同位体比δD値は-120 ‰から-170 ‰の範囲で十年規模の変動を示した． 1362～1662年の期間のδD変動は別府湾のアルケノン水温変動と対応しており，別府湾水温が高いとき，δD値が高い傾向がみられた．別府湾の水温が太平洋十年規模変動に対応していることを考えると，水月湖コアに記録されている長鎖n-脂肪酸δDの変動は太平洋十年規模変動に応答した降水同位体比の変動を反映している可能性が高い．名古屋での降水の同位体比は梅雨前線の位置の影響を受け，名古屋よりも北側で梅雨前線が停滞している時に高く，南側で停滞しているときには低くなることが報告されている（Kurita et al., 2015 Climate of the Past）．1362～1662年の期間では， PDOが負の時（別府湾水温が高いとき），梅雨前線の平均的位置が北上していたことが推察された．

キーワード：PDO、降水同位体比、気候変動
Keywords: PDO, isotopic ratio of precipitation, climate change

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Amplitude modulation of sea surface temperature variability in the Bay of Bengal by 400-kyr eccentricity cycle

*山本 正伸[1]、土屋 優子[1]、Steven Clemens[2]
*Masanobu Yamamoto[1], Yuko Tsuchiya[1], Steven Clemens[2]

1. 北海道大学大学院地球環境科学研究院、2. ブラウン大学地球惑星環境科学科
1. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 2. Department of Earth, Planetary and Environmental Sciences, Brown University

We generated a 1.7 kyr-resolution TEX_{86}-based sea surface temperature (SST) record from the International Ocean Discovery Program Site U1446 in the Bay of Bengal during the last 1.46 Myr. The SST varied synchronously with LR04 benthic foraminifera $\delta^{18}O$ and deep water $\delta^{13}C$. The cyclicity changed from 41-kyr to 100-kyr around 900 ka. The amplitude of SST variation responded to the 400-kyr cycles of eccentricity. Higher amplitude corresponded to low eccentricity. This suggests that eccentricity forced climate variability independently of the shift of cyclicity of glacial cycles across the Mid-Pleistocene Transition.

キーワード：ベンガル湾、水温、中期更新世遷移期
Keywords: Bay of Bengal, Sea surface temperature, Mid-Pleistocene Transition

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 13:45 ~ 15:15 | 304 3F

[M-IS03] アジア・モンスーンの進化と変動，新生代全球気候変化におけるモンスーンの位置づけ

コンビーナ:山本 正伸(北海道大学大学院地球環境科学研究院)、多田 隆治(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、座長:山本 正伸(北海道大学)、入野 智久、久保田 好美(国立科学博物館)、多田 隆治(東京大学)

The Asian Monsoon (AM) is a part of interhemispheric atmospheric phenomena that is driven by the thermal gradient between ocean and land. Contrasts of insolation, heat content and latent heat transfer between ocean and land may have affected the behavior of the AM in the past, but the proxy records are occasionally controversial and do not show a clear picture of the AM variability. Recent proxy and modeling studies suggest that glacial pCO2 cycles could be related to the position of southern westerlies, which is sensitive to interhemispheric heat imbalance. Because monsoon is driven by the heat imbalance, knowledge on the variability of the AM is important to understand the behavior of the global climate system. In this session, presentations on the reconstruction of long-term AM variability from various archives such as IODP expedition cores, discussion on its forcing, and the roles of the AM in global climate changes are welcome.

13:45 ~ 14:00

[MIS03-01] Reconstruction of Indian summer monsoon variability during the last 1,460,000 years

*山本 正伸[1]、クレメンス スティーブ[2] (1.北海道大学大学院地球環境科学研究院、2.ブラウン大学地球環境惑星科学科)

14:00 ~ 14:20

[MIS03-02] Pleistocene Seawater $\delta^{18}O$ reconstructions from the Indian and East Asian Monsoon Regions

★Invited Papers

*Steven C Clemens[1]、Masanobu Yamamoto[2] (1.Brown University、2.Hokkaido University)

14:20 ~ 14:40

[MIS03-03] The Monsoon Erosion Pump

★Invited Papers
Cancelled

*Liviu Giosan[1] (1.Woods Hole Oceanographic Institution)

14:40 ~ 15:00

[MIS03-04] East Asian winter monsoon intensity in the Pleistocene based on seasonal land snail shell stable isotope ratios

★Invited Papers

*David L Dettman[1,3]、Xin Wang[2]、Mi Wang[2]、Junhui Zhang[2] (1.University of Arizona, Geosciences Dept., Environmental Isotope Lab.、2.Lanzhou University, Key Laboratory of Western China's Environmental Systems, College of Earth and Environmental Sciences、3.Shimane University, Estuary Research Center)

15:00 ~ 15:15

[MIS03-05] Reconstruction of ventilation history of the Japan Sea based on physical properties data collected during IODP Exp. 346

*入野 智久[1]、Liviu Giosan[2]、多田 隆治[3]、池原 研[4] (1.北海道大学　大学院地球環境科学研究院、2.Woods Hole Oceanographic Institution、3.東京大学大学院　理学系研究科、4.産業技術総合研究所　地質情報部門)

Reconstruction of Indian summer monsoon variability during the last 1,460,000 years

*山本 正伸[1]、クレメンス スティーブ[2]
*Masanobu Yamamoto[1], Steven Clemens[2]

1. 北海道大学大学院地球環境科学研究院、2. ブラウン大学地球環境惑星科学科
1. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 2. Department of Earth, Environmental and Planetary Sciences, Brown University

Monsoon is an atmospheric phenomenon dominant in low and mid-latitudes and determines the temporal and spatial distributions of rainfall that govern vegetation. A classical model assumes that monsoon responds to precession-controlled changes in seasonal insolation. Speleothem records show a precession cycle in oxygen isotope variation consistent with this model, but marine and loess records generally do not show strong precession variation. This mismatch has long been debated. Key approach is the precipitation reconstruction to understand past changes in summer monsoon. In this study, we generated an Indian summer monsoon (ISM) record by evaluating riverine discharge. We used GDGT indices, i.e., CBT and MBT, as a proxy of soil organic matter contribution and generated a 1,700-year resolution record of Mahanadi River soil discharge in IODP Site U1446 to understand changes in the ISM rainfall during the last 1,460,000 years. The CBT and BIT show a similar variation according to glacial-interglacial cycles. Maxima appeared after the peak of interglacial. Minima appeared during deglaciations. Their variations are reversely correlated with the sea water $\delta^{18}O$ obtained based on *G. ruber* $\delta^{18}O$, global $\delta^{18}O$ and TEX_{86}-based SST. The records are consistent with previously-reported ISM records from marine archives and Borneo speleothems in the overlap periods and different from Chinese speleothem records. Spectral analysis indicates that BIT and CBT show 100,000, 41,000, 30,000, 23,000 and 19,000-year cycles during the last 800,000 years, the variation was out of phase with variation in northern hemisphere summer insolation. This suggests that the ISM did not respond directly to orbital forcing, in contrast to the classical hypothesis, but was driven by internal feedback processes. Orbital cycles were not clearly shown prior to 800,000 years ago. This suggests that the strong response of the ISM to orbital forcing was initiated around 800,000 years ago, which coincided with the onset of glacial 100,000 year cycles.

キーワード：インド夏季モンスーン、更新世、IODP
Keywords: Indian summer monsoon, Pleistocene, IODP

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Pleistocene Seawater $\delta^{18}O$ reconstructions from the Indian and East Asian Monsoon Regions

*Steven C Clemens[1], Masanobu Yamamoto[2]

1. Brown University, 2. Hokkaido University

The study of orbital-scale climate change during the late Pleistocene is unique in that the signal-to-noise ratio is large, the external forcing (insolation) is known, and the critical internal forcings (greenhouse gases and terrestrial ice volume) are well constrained. As such, it should be possible to assess the underlying mechanisms driving climate change at this time scale, as well as the relative sensitivity to these forcing mechanisms.

We present three reconstructions of local seawater $\delta^{18}O$, including previously published records from the East China Sea (U1429)[*S. C. Clemens et al.*, 2018], the Andaman Sea (NGHP 17)[*Gebregiorgis et al.*, 2018], and our new work from the northeast Indian Margin, Bay of Bengal (U1446). Local seawater $\delta^{18}O$ is based on removal of the SST and global seawater $\delta^{18}O$ from planktonic foraminifer $\delta^{18}O$ and reflects changes in surface salinity driven by rainfall and runoff from surrounding catchment basins. This proxy offers an independent reconstruction for comparison to speleothem $\delta^{18}O$ and other proxies in order to assess driving mechanisms and the extent to which the Indian and East Asian subsystems covary with one another.

In the northern East China Sea, *G. ruber* $\delta^{18}O$ has the same precession- and millennial-scale structure as the onshore speleothem $\delta^{18}O$ record from the Yangtze River Valley[*Cheng et al.*, 2016]. However, after removing the temperature and global seawater $\delta^{18}O$ signals, the offshore seawater $\delta^{18}O$ has almost no precession-scale (23 kyr) variance)[*S. C. Clemens et al.*, 2018]. This result contrasts with the speleothem record, which is almost exclusively dominated by precession-scale variance, and argues against external insolation as the primary driver of East Asian monsoon rainfall in the Yangtze River Valley region.

The Andaman Sea record monitors direct rainfall and runoff from the Irrawaddy and Salween catchment basins. The precession-band timing of low seawater $\delta^{18}O$ (increased rainfall, low mixed-layer salinity) indicates that strong monsoonal rainfall lags maximum northern hemisphere insolation by ~9 kyrs at the precession band[*Gebregiorgis et al.*, 2018]. Our new Indian Margin record resides within the low-salinity East India Coastal Current fed by runoff from the Ganges-Brahmaputra complex, the Mahanadi Basin, and direct rainfall. The Indian Margin seawater $\delta^{18}O$ reconstruction also demonstrates this large lag. The lag in both these records agrees with that of the summer-season (southwest) monsoon wind strength records from the NW Arabian Sea[*S.C. Clemens and Prell*, 2003; *S.C. Clemens et al.*, 1991].

This precession-band timing (lagging minimum precession by 7-9 kyrs) precludes insolation as a direct forcing for Indian monsoon rainfall and wind strength, pointing instead to decreased high-latitude ice volume, increased greenhouse gasses, and latent heat export from the southern hemisphere as the primary drivers of monsoon circulation at these time scales[*S.C. Clemens and Prell*, 2003].

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Cheng, H., et al. (2016), The Asian monsoon over the past 640,000 years and ice age terminations, Nature, 534(7609), 640-646, doi: 10.1038/nature18591

Clemens, S. C., and W. L. Prell (2003), A 350,000 year summer-monsoon multi-proxy stack from the Owen Ridge, Northern Arabian Sea, Marine Geology, 201, 35-51.

Clemens, S. C., W. L. Prell, D. Murray, G. Shimmield, and G. Weedon (1991), Forcing mechanisms of the Indian Ocean monsoon, Nature, 353, 720-725.

Clemens, S. C., A. Holbourn, Y. Kubota, K. E. Lee, Z. Liu, G. Chen, A. Nelson, and B. Fox-Kemper (2018), Precession-band variance missing from East Asian monsoon runoff, Nature Communications, 9(1), 3364, doi: 10.1038/s41467-018-05814-0.

Gebregiorgis, D., E. C. Hathorne, L. Giosan, S. Clemens, D. Nürnberg, and M. Frank (2018), Southern Hemisphere forcing of South Asian monsoon precipitation over the past ~1 million years, Nature Communications, 9(1), 4702, doi: 10.1038/s41467-018-07076-2.

Keywords: East Asian Monsoon, Indian Monsoon, East China Sea, Bay of Bengal, Paleoclimate, Greenhouse Gas

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The Monsoon Erosion Pump

*Liviu Giosan[1]

1. Woods Hole Oceanographic Institution

Understanding the factors controlling the flux of materials from land to oceans has key implications for global biogeochemical cycling and the links between the sedimentary record and landscape evolution. Monsoonal climates are recognized as prodigious sediment producers but conflicting proxy reconstructions limit assessing their influence on land-sea material transfers at various timescales. Here I discuss the concept of a monsoon erosion pump based on terrestrial and oceanic records reconstructed from recent Indian National Gas Hydrate Program and IODP drilling in the Bay of Bengal, Arabian and Andaman Seas. From millennial to orbital to tectonic timescales, these records suggest that vegetation land cover interacts and modulates the regime of erosion and weathering under perennial but variable monsoonal rain conditions. Under this new proposed interpretation the Indian monsoon exhibits two distinct flavours during the Cenozoic that can be largely explained by its heartbeat, or astronomical forcing. This erosional regime is mediated by the global glacial state and attendant sea level and by limiting conditions imposed by the paleogeography of Asia.

Keywords: monsoon, India, erosion

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

East Asian winter monsoon intensity in the Pleistocene based on seasonal land snail shell stable isotope ratios

*David L Dettman[1,3], Xin Wang[2], Mi Wang[2], Junhui Zhang[2]

1. University of Arizona, Geosciences Dept., Environmental Isotope Lab., 2. Lanzhou University, Key Laboratory of Western China's Environmental Systems, College of Earth and Environmental Sciences, 3. Shimane University, Estuary Research Center

Monsoon climates are characterized by strong seasonal oscillations between a very wet season and very dry conditions. The study of ancient variation in monsoon climate strength and its impact on regional environments is difficult because geological materials rarely record individual seasons. It is difficult to infer seasonal change through time when working with oxygen isotope records that average multiple years or centuries. One solution is to use high-resolution sampling of land snail shells as monitors of wet-season and dry-season differences. Although land snail fossils are often rare, in many cases they are well preserved and widely distributed across the planet. We subsampled shells along the spiral growth axis, producing 15 to 35 samples per shell to document maximum and minimum oxygen and carbon stable isotope ratios. The most robust signal in land snail shell oxygen isotope records is connected to evaporation. The arid dry-season leads to significant evaporation in the land snail body water, which elevates the δ18O values recorded in the shell. Wet-season oxygen isotope ratios are more negative and can be tied roughly to the δ18O of wet season precipitation and summer temperatures. Carbon isotope ratios are tied to the diet of the animals, and reveal the proportion of C3 and C4 plants in the landscape.

Larger land snail (> 1.5 cm diameter) taxa have behaviors that can lead to significant evaporation of body water, as they are willing to range away from local water sources. Modern samples show that the total amplitude in oxygen isotope variation in a shell can be related to the intensity and duration of the dry season. This suggests that amplitudes in ancient shells are indicators of the winter monsoon strength. Although under extremely arid conditions snail growth occurs only when surface water is available and d18O amplitudes collapse in desert conditions. The most negative δ18O values are not correlated with the intensity of the summer monsoon, suggesting that δ18O values are not good indicators of summer monsoon strength.

Data from one genus of land snail (*Cathaica* species) living on the Chinese loess plateau throughout the late Pleistocene allow us to make some generalizations about monsoon climate in this region. In general, the oxygen isotope amplitude in shells from glacial periods are larger than those from the interglacial periods. This suggests that the East Asian Winter Monsoon was strongest during glacial intervals on the Loess Plateau. The largest δ18O amplitude observed was 19.2 ‰. Marine Isotope Stages 2, 6, and 8 have the largest amplitudes and, by inference, the strongest winter monsoons in our record. Older glacial intervals seem to have weaker winter monsoons. However, glacial amplitudes were not always larger, just as climate undergoes significant short-term variation in glacial intervals (such as D-O cycles and Heinrich events) oxygen isotope amplitudes show large amounts of variability in glacial times. In contrast, interglacial intervals tend to have smaller δ18O amplitudes, pointing to warmer and wetter winters in interglacial times. But like the glacial data, some interglacial amplitudes are larger than some glacial records. These data show that the differences in high frequency climate variability is as large as the differences between glacial and interglacial climates.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Winter Monsoon, Seasonality, Oxygen isotopes, Land Snails

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Reconstruction of ventilation history of the Japan Sea based on physical properties data collected during IODP Exp. 346

*入野 智久[1]、Liviu Giosan[2]、多田 隆治[3]、池原 研[4]
*Tomohisa Irino[1], Liviu Giosan[2], Ryuji Tada[3], Ken Ikehara[4]

1. 北海道大学　大学院地球環境科学研究院、2. Woods Hole Oceanographic Institution、3. 東京大学大学院　理学系研究科、4. 産業技術総合研究所　地質情報部門
1. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 2. Woods Hole Oceanographic Institution, 3. Graduate School of Science, University of Tokyo, 4. Institute of Geology and Geoinformation, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

The Japan Sea is a semi-enclosed marginal sea located at the eastern edge of Asian continent and under the influence of east Asian monsoon. The primary production is controlled by nutrient supply from the East China Sea by summer monsoon, while deep water ventilation is promoted by winter monsoon cooling of the surface water of the Japan Sea. Perfectly continuous sediment splice sequences were established at Sites U1422-U1427 and U1430 which have been correlated among others using apparent dark-light cycles. The coverage of water depths are, in ascending order, 330 m at Site U1427, 903 m at Site U1426, 1072 m at Site U1430, 1785 m at Site U1423, 1909 m at Site U1425, 2808 m at Site U1424, and 3429 m at Site U1422, which enable us to reconstruct the temporal variation of depth distribution of organic carbon flux related to the past primary production and deep water ventilation in the Japan Sea.

For calculation of the mass accumulation of organic carbon (OC flux) at each site, we used the perfectly continuous records of dry bulk density (DBD) and total organic carbon content (TOC) calculated from shipboard measurements such as gamma-ray attenuation (GRA) density with grain density and a strong negative correlation between TOC and photo RGB values, respectively. Linear sedimentation rate (LSR) of each site was estimated based on the projection of the age model established at Site U1424 by tuning the GRA variation onto LR04 benthic oxygen isotope curve. Based on the consistent correlation among sites, depth distribution of OC flux was reconstructed for 1 ky step during the last 1.5 million years.

Princple component analysis for depth-temporal OC flux distribuion suggests that three princple component explain 74% of the total variance. Principle component (PC) 1 loading was positively correlated with all the sites except for the U1427 (330 m), while PC2 loading was correlated positively with sites shallower than 1000 m and negatively with those deeper than 2000 m. PC3 loading was correlated negatively with sites around 1000 m and positively with other sites. Such depth dependent patterns suggest that primary production (PC2) and ventilation (PC1) at middle to deeper depth were primary controls on the OC deposition. PC3 may indicate stronger middle depth ventilation or (oppositely) formation of oxygen minimum zone.

We also examined the color variation of these sediments using metric hue. Sediment color varies between dull green (higher hue) and olive (lower hue). Average metric hue is about 88 degree for all the site and variability is smaller for shallower sites. The metric hue at Site U1425 (1909 m) varies in harmony with the score of PC1, and lower metric hue is associated with larger PC1 score. Namely, higher OC flux (a lower oxygenation level) was associated with more olive color, which could be interpreted that dull green background (detritus) color was overridden by olive color reduced iron. Such an agreement between independently estimated variables suggests that the deep water ventilation intensity in the Japan Sea could be independently reconstructed as a proxy of winter monsoon intensity.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：日本海、有機物フラックス、中深層水換気、IODP Expedition 346
Keywords: Japan Sea, Organic carbon flux, Ventilation, IODP Expedition 346

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | 304 3F

[M-IS03] アジア・モンスーンの進化と変動，新生代全球気候変化におけるモンスーンの位置づけ

コンビーナ:山本 正伸(北海道大学大学院地球環境科学研究院)、多田 隆治(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、座長:多田 隆治(東京大学)、久保田 好美(国立科学博物館)、山本 正伸(北海道大学)

The Asian Monsoon (AM) is a part of interhemispheric atmospheric phenomena that is driven by the thermal gradient between ocean and land. Contrasts of insolation, heat content and latent heat transfer between ocean and land may have affected the behavior of the AM in the past, but the proxy records are occasionally controversial and do not show a clear picture of the AM variability. Recent proxy and modeling studies suggest that glacial pCO2 cycles could be related to the position of southern westerlies, which is sensitive to interhemispheric heat imbalance. Because monsoon is driven by the heat imbalance, knowledge on the variability of the AM is important to understand the behavior of the global climate system. In this session, presentations on the reconstruction of long-term AM variability from various archives such as IODP expedition cores, discussion on its forcing, and the roles of the AM in global climate changes are welcome.

15:30 ~ 15:45

[MIS03-06] The spatial-temporal patterns of Indian monsoonal variations during the past 80 kyr recorded in NGHP-02 Hole 19B, western Bay of Bengal: Implications from chemical and mineral properties

*太田 雄貴[1,2,3,4]、川幡 穂高[4]、黒田 潤一郎[4,3]、鈴木 淳[2]、荒岡 大輔[2]、山口 飛鳥[4]、阿部 彩子[4] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2.産業技術総合研究所、3.海洋開発研究機構、4.東京大学大気海洋研究所)

15:45 ~ 16:05

[MIS03-07] **400,000 years millennial scale temperature and rainfall in East Asia deduced from paired Mg/Ca and oxygen isotope of planktic foraminifera from the East China Sea**

★Invited Papers

*久保田 好美[1]、Steven Clemens[2]、Kyung-Eun Lee[3]、Ann Holbourn[4]、脇坂 恵都子[5]、堀川 恵司[5]、多田 隆治[6]、木元 克典[7] (1.国立科学博物館、2.ブラウン大学、3.韓国海洋大学、4.クリスチャンアルブレヒト大学、5.富山大学、6.東京大学、7.海洋研究開発機構)

16:05 ~ 16:20

[MIS03-08] 日本海堆積物に記録された東アジアモンスーン千年スケール変動の開始と時代変化：新しいデータによる新しい解釈

*多田 隆治[1]、入野 智久[2]、関 有沙[3]、村山 雅史[4]、三武 司[1]、池田 昌之[5] (1.東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2.北海道大学大学院地球環境科学研究院、3.信州大学理学部、4.高知大学農林海洋科学部海洋資源科学科、5.静岡大学)

16:20 ~ 16:40

[MIS03-09] Interhemispheric linkages of Australian and Asian monsoons on a warmer-than-modern Earth

★Invited Papers

*Ann E Holbourn[1]、Wolfgang Kuhnt[1]、Janika Joehnck[1]、Sebastian Beil[1]、Julia Luebbers[1]、Kenji Marc Raymond Matsuzaki[2]、Yair Rosenthal[3]、Denise Kulhanek[4]、IODP Expedition 363 Scientists (1.University of Kiel、2.University of Tokyo、3.Rutgers University、4.Texas A&M University)

16:40 ~ 17:00

[MIS03-10] **Miocene evolution of the Asian Monsoon from climate and productivity proxies in the Bay of Bengal and South China Sea**

★Invited Papers

*Wolfgang Kuhnt[1]、Julia Luebbers[1]、Ann Holbourn[1]、Karlos GD Kochhann[2]、Steven C Clemens[3]、Clara T Bolton[4]、Yoichi Usui[5] (1.University of Kiel、2.UNISINOS University、3.Brown University、4.Aix-Marseille Université、5.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

The spatial-temporal patterns of Indian monsoonal variations during the past 80 kyr recorded in NGHP-02 Hole 19B, western Bay of Bengal: Implications from chemical and mineral properties

*太田 雄貴[1,2,3,4]、川幡 穂高[4]、黒田 潤一郎[4,3]、鈴木 淳[2]、荒岡 大輔[2]、山口 飛鳥[4]、阿部 彩子[4]
*Yuki Ota[1,2,3,4], Hodaka Kawahata[4], Junichiro Kuroda[4,3], Atsushi Suzuki[2], Daisuke Araoka[2], Asuka Yamaguchi[4], Ayako Abe-Ouchi[4]

1. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2. 産業技術総合研究所、3. 海洋開発研究機構、4. 東京大学大気海洋研究所
1. Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo, 2. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3. Department of Biogeochemistry, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

Detailed reconstruction of Indian summer monsoons is necessary to better understand the late Quaternary climate history of the Bay of Bengal and Indian peninsula. We established a chronostratigraphy for a sediment core from Hole 19B in the western Bay of Bengal, extending to approximately 80 kyr BP, and examined major and trace element compositions and clay mineral components of the sediments. Lower lithogenic matter flux, higher $\delta^{18}O$ values, and weaker weathering in the sediment source area during marine isotope stages (MIS) 2 and 4 compared to MIS 1, 3, and 5 are explained by increased Indian summer monsoonal precipitation and river discharge around the western Bay of Bengal. Chemical components indicate a felsic sediment source, suggesting the Precambrian gneissic complex of the eastern Indian peninsula as the dominant sediment source at this site since 80 kyr. Trace element ratios indicate increased sediment contributions from mafic rocks during MIS 2 and 4. We interpret these results as reflecting the changing influences of the eastern and western branches of the Indian summer monsoon, and a greater decrease in rainfall in the eastern and northeastern parts of the Indian peninsula than in the western part during MIS 2 and 4.

キーワード：インドモンスーン、ベンガル湾堆積物、後期第四紀
Keywords: Indian Monsoon, Bay of Bengal sediments, late Quaternary

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

400,000 years millennial scale temperature and rainfall in East Asia deduced from paired Mg/Ca and oxygen isotope of planktic foraminifera from the East China Sea

*久保田 好美[1]、Steven Clemens[2]、Kyung-Eun Lee[3]、Ann Holbourn[4]、脇坂 恵都子[5]、堀川 恵司[5]、多田 隆治[6]、木元 克典[7]
*Yoshimi Kubota[1], Steven Clemens[2], Kyung-Eun Lee[3], Ann Holbourn[4], Etsuko Wakisaka[5], Keiji Horikawa[5], Ryuji Tada[6], Katsunori Kimoto[7]

1. 国立科学博物館、2. ブラウン大学、3. 韓国海洋大学、4. クリスチャンアルブレヒト大学、5. 富山大学、6. 東京大学、7. 海洋研究開発機構
1. National Museum of Nature and Science, 2. Brown University, 3. Korea Maritime and Ocean University, 4. Christian-Albrechts-University, 5. University of Toyama, 6. The University of Tokyo, 7. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Abrupt millennial-scale climate changes during the late Quaternary were widely recognized in the East Asian monsoon region from deep-sea sediments in the Japan Sea and more recently from oxygen isotope ($\delta^{18}O$) variability in Chinese speleothems ($\delta^{18}O_{sp}$). The finely ^{230}Th-dating method on the speleothems enables comparison to climate records from other regions on millennial scale, and there is little doubt that the variability of these $\delta^{18}O_{sp}$ records is synchronized with climate perturbation in the North Atlantic high latitude, known as Heinrich events and with Dansgaard-Oeschger (D-O) oscillations in Greenland. However, mechanisms of the climate response in East Asia remain unclear due to the lack of fundamental agreement on what the $\delta^{18}O_{sp}$ climate signal represents. A primary impediment to interpreting the variability in $\delta^{18}O_{sp}$ is the lack of the means to decompose $\delta^{18}O_{sp}$ into constituent components. By contrast, the $\delta^{18}O$ of calcite planktic foraminifers ($\delta^{18}O_p$) from nearshore marine sediments can be quantitatively partitioned into sea surface temperature (SST) and $\delta^{18}O_w$ of seawater ($\delta^{18}O_w$), a function of sea surface salinity (SSS). In this study, millennial-scale climate variability in East Asia is investigated using 400,000-yr records of SST, $\delta^{18}O_p$, and $\delta^{18}O_w$ from the East China Sea (IODP Site U1429). $\delta^{18}O_w$ can be interpreted as reflecting SSS, hence rainfall, as the monsoonal runoff from the Yangtze River determines summer SSS in the northern East China Sea. As a result, SST and $\delta^{18}O_w$ variability accounts for 58% and 35% of the total variability of $\delta^{18}O_p$ and the rest (6%) is the ice volume component or noise; the primary contributor to $\delta^{18}O_p$ variations is SST, and the secondary is $\delta^{18}O_w$. Foraminiferal $\delta^{18}O_p$ shows the strongest similarly with Chinese $\delta^{18}O_{sp}$, indicating that $\delta^{18}O_{sp}$ is best interpreted as the combination of changes in surface temperature and monsoon rainfall; it is not indicative of summer monsoon rainfall alone. Partitioning of variance between temperature and rainfall does not change on glacial-interglacial timescales indicating that the hemispheric teleconnection mechanism between the Atlantic and East Asia does not depend on the global climate background status (CO_2, ice volume). In comparison with the millennial scale Greenland temperature, the East China Sea SST decreases and $\delta^{18}O_w$ increases (rainfall deceases) in most of the North Atlantic cold events (e.g., Heinrichs). However, SST and $\delta^{18}O_w$ exhibit overall poor coherence, revealing that these climate parameters fundamentally behave differently on the millennial scale, but tend to respond in the manner described above (decrease in temperature and rainfall) once a severe cold event occurs in the North Atlantic.

キーワード：アジアモンスーン、東シナ海、千年スケール気候変動、酸素同位体比、マグネシウム・カルシウム比、IODP Exp.346

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Asian Monsoon, East China Sea, Millennial-scale climate variability, oxygen isotope, Mg/Ca, IODP Exp.346

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本海堆積物に記録された東アジアモンスーン千年スケール変動の開始と時代変化：新しいデータによる新しい解釈
Onset and evolution of millennial-scale variability of East Asian Monsoon recorded in the Japan Sea sediments: New data with new interpretation

*多田 隆治[1]、入野 智久[2]、関 有沙[3]、村山 雅史[4]、三武 司[1]、池田 昌之[5]
*Ryuji Tada[1], Tomohisa Irino[2], Arisa Seki[3], Masafumi Murayama[4], Kaz Mitake[1], Masayuki Ikeda[5]

1. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻、2. 北海道大学大学院地球環境科学研究院、3. 信州大学理学部、4. 高知大学農林海洋科学部海洋資源科学科、5. 静岡大学
1. Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The Univeristy of Tokyo, 2. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 3. Faculty of Science, Shinshu University, 4. Faculty of Agriculture and Marine Science, 5. Shizuoka University

New XRF scanner data from U1426 on Oki Ridge and comparison with those of the deeper sites U1424 and 1425 revealed Br (MOC proxy) profile of deeper sites are significantly influenced by post-depositional oxidation during the early diagenesis while Br profile of shallower site (U1426) better preserve surface productivity signal. Thus we use Br profile of U1426 during the last 3 Ma to analyze past changes in millennial-scale variability of East Asian Summer Monsoon intensity and the response of the Japan Sea to such changes. The result suggests several new information which will be presented at 2019JpGU.

キーワード：東アジア夏季モンスーン、日本海
Keywords: East Asian Summer Monsoon, Japan Sea

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Interhemispheric linkages of Australian and Asian monsoons on a warmer-than-modern Earth

*Ann E Holbourn[1], Wolfgang Kuhnt[1], Janika Joehnck[1], Sebastian Beil[1], Julia Luebbers[1], Kenji Marc Raymond Matsuzaki[2], Yair Rosenthal[3], Denise Kulhanek[4], IODP Expedition 363 Scientists -

1. University of Kiel, 2. University of Tokyo, 3. Rutgers University, 4. Texas A&M University

The large-scale Asian-Australian monsoon system consists of several regional subsystems that are dynamically linked through the annual migration of the Intertropical Convergence Zone across the equator, but exhibit distinct responses to external (local insolation) and internal (e.g., ice volume, greenhouse gas concentrations) forcings. Here we provide a long-term perspective of regional variability under different mean-state climate conditions. We focus on the 8 to 5 Ma period, which was characterized by warmer-than-modern climate conditions, but was also marked by distinct reversals in climate trends including transient cooling events exhibiting similarities to late Pleistocene Heinrich stadials. Extended sediment archives recovered by the Ocean Drilling Program (ODP) and the International Ocean Discovery Program (IODP) in the South China Sea, Bay of Bengal and off Northwest Australia allow direct comparison of Northern and Southern Hemisphere monsoonal subsystems on orbital timescales. High-resolution XRF-scanner derived estimates of terrigenous discharge, foraminiferal Mg/Ca derived mixed layer temperatures and stable isotopes reveal cooling and strengthening of the Northern Hemisphere winter monsoon starting at ~7 Ma. This intensification occurred synchronously with an increase in monsoonal seasonality in the Southern Hemisphere. In all regions, summer monsoonal precipitation intensified after ~5.5 Ma in tandem with globally rising sea surface temperatures. Our results suggest that changes in latitudinal temperature gradients, greenhouse gas concentrations and moisture budgets strongly influenced the long-term evolution of the Australian and Asian monsoons during the transition from a unipolar to a bipolar glaciated Earth.

Keywords: Asian-Australian Monsoon, late Miocene, International Ocean Discovery Program, Foraminiferal stable isotopes, Foraminiferal Mg/Ca, X-ray fluorescence scanner elemental data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Miocene evolution of the Asian Monsoon from climate and productivity proxies in the Bay of Bengal and South China Sea

*Wolfgang Kuhnt[1], Julia Luebbers[1], Ann Holbourn[1], Karlos GD Kochhann[2], Steven C Clemens[3], Clara T Bolton[4], Yoichi Usui[5]

1. University of Kiel, 2. UNISINOS University, 3. Brown University, 4. Aix-Marseille Université, 5. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Export particle flux from primary production and terrigenous input in combination with planktic and benthic foraminiferal isotope records were used to monitor monsoon-related paleoceanographic changes in the Bay of Bengal (Indian Monsoon) and South China Sea (East Asian Monsoon) through the middle to late Miocene. Proxy indicators of carbon export flux to the seafloor and carbonate accumulation rates at International Ocean Discovery Program (IODP) Site U1443 located in 2925 m water depth at the northern end of the Ninetyeast Ridge closely track changes in the carbonate budget of the deep Indian Ocean. Prolonged intervals of low carbonate concentrations and accumulation rates from ~17 to 15 Ma and from ~13.2 to 8.7 Ma indicate episodes of reduced carbonate deposition, which correlate with the globally recognized early to middle Miocene “Carbonate Drought” and the middle to late Miocene “Carbonate Crash”. The global occurrence of these events implies that changes in chemical weathering and in the riverine input of calcium and alkalinity into the ocean reservoir (rather than changes in circulation or inter-ocean carbonate fractionation) drove carbonate accumulation in the deep Indian Ocean. Higher XRF-scanner derived Log(Ba/Ti) together with a change in the redox state of deep sea sediments at ~11.2 Ma indicate a rise in biological production and export flux to the sea floor. A contemporaneous stepwise steepening of the gradient between mixed layer and deep ocean $\delta^{13}C$ starting from a minimum at ~11 Ma also indicates intensification of the biological pump at Ocean Drilling Program (ODP) Site 1146 (2091 m water depth) in the South China Sea. We suggest that the attendant increase in carbonate accumulation in the Indian Ocean was linked to increased nutrient flux and intensification of upper ocean mixing, associated with changes in the seasonality and intensity of the Asian monsoon.

Keywords: Asian Monsoon, Miocene, International Ocean Discovery Program , Foraminiferal stable isotopes, Foraminiferal Mg/Ca, X-ray fluorescence scanning elemental data

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_10

[M-IS04] Interdisciplinary studies on pre-earthquake processes

コンビーナ:服部 克巳(千葉大学大学院理学研究科)、劉 正彦(国立中央大学太空科学研究所)、Ouzounov Dimitar(Center of Excellence in Earth Systems Modeling & Observations (CEESMO) , Schmid College of Science & Technology Chapman University, Orange, California, USA)、Qinghua Huang(Peking University)

This session expands the interdisciplinary discussions on preparation process of earthquake and earthquake predictability by presenting the latest progress in studying the physically based pre-earthquake phenomena. New observations from space and ground have provided
evidences, which may enhance better understanding of tectonic activity. The session anticipates talks that include but not limited to observations and analyses of seismic, electrical, electromagnetic, electro-chemical and thermodynamic processes related to stress changes in the lithosphere along with their statistical and physical validation. Presentations on the latest observational results associated with major earthquakes obtained by different methodologies are welcomed. The topics of the session are as follows but not limited.

-General discussion on earthquake preparation process and the physics of pre-earthquake signals

- Theory, modeling, laboratory experiments, computational simulation for generation and propagation of pre-earthquake signals and their connection with seismic cycle

 - Multi-parameter observations, detection, and validation of pre-earthquake signals

 - Cross-disciplinary studies, practical and technical approaches for better understanding of earthquake preparation processes and their connection with seismicity

[MIS04-P01] 1983~2017の柿岡におけるULF磁場変動と地震との相関に関する長期統計解析と地震前兆性の評価

*高橋 恵[1]、服部 克巳[2]、韓 鵬[3] (1.Faculty of Science, Chiba University、2.Graduate School of Science, Chiba University、3.Southern University of Science and Technology, China)

[MIS04-P02] Swarm衛星を用いた地震に先行する磁場異常および電離圏異常に関する研究

*山﨑 編音[1]、服部 克巳[1]、宋 鋭[1] (1.千葉大学)

[MIS04-P03] Measurement of radon density in the atmosphere at Okayama, Kochi, Choshi and Kiyosumi, II

*岡林 徹[1]、蜷川 清隆[2]、山本 勲[3]、服部 克巳[4]、吉野 千恵[4]、小島 春奈[4]、前多 信博 (1.千葉科学大学危機管理学部医療危機管理学科、2.岡山理科大学理学部、3.岡山理科大学工学部、4.千葉大学理学部地球科学科)

[MIS04-P04] Possible anomalous changes in solar quiet-daily geomagnetic variation *Sq* related to the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake (Mw 9.0)

*Xiaocan Liu[1]、Katsumi Hattori[2,3]、Peng Han[4]、Huaran Chen[1] (1.Institute of geophysics China Earthquake Administrition、2.Graduate School of Science, Chiba University, Chiba, Japan、3. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, Chiba, Japan、4.Department of Earth and Space Sciences, Southern University of Science and Technology, ShenZhen, China)

[MIS04-P05] Co-seismic geomagnetic fluctuations and atmospheric disturbances during the 2018 M6.2 Hualien Earthquake

*Chun-Rong Chen[1]、JANN-YENQ Liu[1] (1.Graduate Institute of Space Science, National Central University)

[MIS04-P06] Multi-sensor monitoring network for earthquake precursor study near subduction zone at Boso, Japan

*服部 克巳[1]、吉野 千恵[1]、謝 蔚云[2]、齊藤 央[2]、小島 春奈[2]、宋 鋭[2]、韓 鵬[3]、茂木 透[4]、後藤 忠徳[5]、内匠 逸[6]、安川 博[7]、毛利 元昭[8]、井筒 潤[9]、高野 忠[10]、山中 千博[11]、鴨川 仁[12]、安藤 芳晃[13]、劉 正彦[14]、Ouzounov Dimitar[15]、Tramutoli Valery[16] (1.千葉大学大学院理学研究院、2.千葉大学大学院融合理工学府、3.中国南方科技大学、4.北海道大学、5.京都大学、6.名古屋工業大学、7.愛知県立大学、8.愛知大学、9.中部大学、10.日本大

学、11.大阪大学、12.東京学芸大学、13.電気通信大学、14.台湾国立中央大学、15.Chapman University, US、16.University of Basilicagta, Italy)

[MIS04-P07] Transient Effects in Atmosphere and Ionosphere Associated with 2018 Mw 7.5 Sulawesi Indonesia Earthquake and Triggered Tsunami and Volcano Activities

★Invited Papers

*Dimitar Ouzounov[1]、Sergey Pulinets[2]、Dmitry Davidenko[2]、Alexander Rozhnoi[3]、Maria Solovieva[3]、Tiger Liu[4] (1.Center of Excellence in Earth Systems Modeling & Observations (CEESMO) , Schmid College of Science & Technology Chapman University, Orange, California, USA、2.Space Research Institute, RAS, Moscow, Russia、3.The Schmidt Institute of Physics of the Earth, RAS, Moscow, Russia、4.Center for Astronautical Physics and Engineering, National Central University, Taoyuan City, Taiwan)

[MIS04-P08] Seismicity change and b value variation prior to the Wenchuan earthquake (*Ms 8.0*)

*Peng Han[1]、Rui Wang[1]、Ying Chang[1]、Miao Miao[1]、Haixia Shi[2]、Lingyuan Meng[2]、Xuemei Zhang[2]、Weiyun Xie[3]、Katsumi Hattori[3] (1.Southern University of Science and Technology, Shenzhen, China、2.China Earthquake Networks Center, Beijing 100045, China、3.Chiba University, Chiba, Japan)

1983~2017の柿岡におけるULF磁場変動と地震との相関に関する長期統計解析と地震前兆性の評価
Statistical analysis and Evaluation of ULF seismo-magnetic phenomena at Kakioka, Japan, during 1983-2017

*高橋 恵[1]、服部 克巳[2]、韓 鵬[3]
*Kei Takahashi[1], Katsumi Hattori[2], Peng Han[3]

1. Faculty of Science, Chiba University、2. Graduate School of Science, Chiba University、3. Southern University of Science and Technology, China
1. Faculty of Science, Chiba University, 2. Graduate School of Science, Chiba University, 3. Southern University of Science and Technology, China

To clarify and verify the ultralow frequency (ULF) seismo-magnetic phenomena, we have performed statistical studies on the geomagnetic data observed at the Kakioka (KAK) station, Japan, during 1983-2017. We investigated the energy of ULF geomagnetic signals of the frequency around 0.01 Hz using wavelet transform analysis. To minimize the influences of artificial noises and global magnetic perturbations, we used only the geomagnetic data observed at midnight time (LT 2:30 A.M. to 4:00 A.M.).We define the geomagnetic anomalies when the Z components of geomagnetic data exceeds median + 1.5 IQR, where IQR is the interquartile range. Considering that ionospheric disturbances may also lead to enhancements in the Z component, we exclude the anomaly when the energy of H component exceeds median + 3.0 IQR. Statistical analysis of superposed epoch analysis have indicated that ULF magnetic anomalies are more likely to appear before sizable isolated earthquake events (Es parameter which is higher than 8th power of 10 and no earthquake events during ±45 days) rather than after them, especially 6-10 days before the events. Finally, we have evaluated the precursory information of ULF geomagnetic signals for local sizable earthquakes using Molchan’s error diagram. The above results have indicated that the ULF seismo-magnetic phenomena at Kakioka clearly contain precursory information and have a possibility of improving forecasting of large earthquakes.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Swarm衛星を用いた地震に先行する磁場異常および電離圏異常に関する研究

Pre-seismic anomalies on Earth’s magnetic field and ionosphere electron density using Swarm data

*山崎 編音[1]、服部 克巳[1]、宋 鋭[1]
*Amune Yamazaki[1], Katsumi Hattori[1], Rui Song[1]

1. 千葉大学
1. Chiba University

地震は地殻内の応力解放によって引き起こされ、しばしば人間生活に重大な被害をもたらす。地震の短期予測は未だ実現されていないが、近年地震活動に関連する可能性のある電磁気現象が多数報告されてきている。こうした現象の観測手法のひとつである衛星観測には、地上観測と異なり連続した時間の観測ができない一方、全球から大地震関連のデータを短時間で集積できるという利点がある。2013年11月22日に欧州宇宙機関によって運用開始されたSwarm衛星は、A,B,Cの三機の衛星による同時観測を行っており衛星観測の難点である時間分解能の悪さを補うことができる。またSwarmデータにより過去の地震に先行する異常が報告されており、本研究ではその検証のためSwarm AのVFM磁場ベクトルデータ(Y成分)、Langmuir probeのプラズマ電子密度データを用い、インドネシアで2018年に発生したロンボク島地震に関し、2018年5月28日~9月27日の期間で震央から1000km四方の範囲内における異常の解析を行った。解析の結果、2018年ロンボク島地震に関連して、磁場Y成分では地震1~2週間前に正の異常、電子密度では1週間~1ヵ月前に負の異常が多く発生している傾向がみられた。また地震の発生していない2016年および2017年の同期間における解析結果と比較すると、2018年でのみ6月末から7月にかけて短期間で異常日数の急激な増加がみられ、地震との関連性が示唆される。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Measurement of radon density in the atmosphere at Okayama, Kochi, Choshi and Kiyosumi, II

Measurement of radon density in the atmosphere at Okayama, Kochi, Choshi and Kiyosumi, II

*岡林 徹[1]、蜷川 清隆[2]、山本 勲[3]、服部 克巳[4]、吉野 千恵[4]、小島 春奈[4]、前多 信博
*Tohru Okabayashi[1], Kiyotaka Ninagawa[2], Isao Yamamoto[3], Katsumi Hattori[4], Chie Yoshino[4], Haruna Kojima[4], Nobuhiro Maeda

1. 千葉科学大学危機管理学部医療危機管理学科、2. 岡山理科大学理学部、3. 岡山理科大学工学部、4. 千葉大学理学部地球科学科
1. Department of Merical Risk and Crisis Management, Faculty of Risk and Crisis Management, Chiba Institute of Science, 2. Faculty of Science, Okayama University of Science, 3. Falcuty of Engineering, Okayama University of Science, 4. Graduate school of Science, Chiba University

英文を参照してください。

キーワード：ラドン、大気、地震予測
Keywords: radon, atmosphere, earthquake prediction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Possible anomalous changes in solar quiet-daily geomagnetic variation *Sq* related to the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake (Mw 9.0)

*Xiaocan Liu[1], Katsumi Hattori[2,3], Peng Han[4], Huaran Chen[1]

1. Institute of geophysics China Earthquake Administrition, 2. Graduate School of Science, Chiba University, Chiba, Japan, 3. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, Chiba, Japan, 4. Department of Earth and Space Sciences, Southern University of Science and Technology, ShenZhen, China

Seismo-electromagnetic researches have been studied for decades (e.g. Hayakawa and Fujinawa, 1994; Hayakawa and Molchanov, 2002, 2008,2013; Hattori, 2004, Hattori, et al., 2004a, 2004b; Hayakawa et al., 2007;, Hattori et al., 2013; Han et al., 2011, 2014, 2015, 2016, 2017; Huang QH et al., 2011, 2015; Du A, Huang Q et al., 2002, Rong YM et al., 2012, Yuan G.P., Zhang X.M. et al. 2015), and the geomagnetic diurnal variation (GDV) is a stable variation of the geomagnetic field that can be used to detect possible anomalous changes associated with large earthquakes.

We investigated data observed at 20 geomagnetic observatories at longitudes of 130˚E to 150˚E between 2009 and 2012 to detect possible anomalous changes in the geomagnetic solar quiet daily variation (Sq) related to the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake (Mw 9.0) occurred on March 11, 2011 in Japan. We selected the 5 quiet days every month and analyzed three component magnetic data with 1 min resolution using the natural orthogonal component (NOC) method to identify Sq variations from observations, and performed the spherical harmonic analysis (SHA) to separate the internal and the external equivalent Sq current systems of Je and Ji. We obtained that, Je and Ji are distorted near the epicenter area on two geomagnetic quiet days of January 23 and 27, 2011. They are about two months before the earthquake. Then, we made backward computation on the external and internal parts of the SHA model geomagnetic fields, Be and Bi, to determine the possible anomalous magnetic field variations at each station. Results show significant differences in daily variation for all components on January 23 and 27, 2011. The other days, we could not recognize any apparent anomalous behaviors, except known secular, seasonal, and solar activity dependences. A possible connection between this anomaly and the very strong Tohoku earthquake, which followed only one and half month after the geomagnetic anomaly is of highest interest for the research on earthquake precursors.

Keywords: geomagnetic solar quiet daily variation (Sq), natural orthogonal component (NOC) method, spherical harmonic analysis (SHA), the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquak

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Co-seismic geomagnetic fluctuations and atmospheric disturbances during the 2018 M6.2 Hualien Earthquake

*Chun-Rong Chen[1], JANN-YENQ Liu[1]

1. Graduate Institute of Space Science, National Central University

The strong ground motion of 6 February 2018 M6.2 Hualien Earthquake triggered a series of co-seismic geomagnetic fluctuations and seismo-traveling atmospheric disturbances (STADs) signatures in infrasonic waves and micro-pressures upon the seismic wave arrival. Networks of 9 QuakeFinder systems, 3 infrasound systems, 2 tiltmeters, 2 micro-barometers, and 11 co-located seismometers are used in this study. Each QuakeFinder system consists of a 3-axes induction magnetometer, an air conductivity sensor, a geophone, and temperature/relative humidity sensors. Co-seismic signatures clearly appear in the induction magnetometers, infrasound systems, and micro-barometers data. The magnetometers register both high- and low-frequency pulsations. Geomagnetic fluctuations occur upon the seismic wave arrival but last a longer duration, while the STADs lag their co-located seismic waves by about 15-45 seconds. The long-lasting fluctuations recorded by both induction and fluxgate magnetometers suggest that the ground/underground water motion play an important role, which is further conformed by low-frequency fluctuations in the tiltmeter data. In general, the amplitude of geomagnetic fluctuations decays as away from the epicenter. However, unusual large co-seismic geomagnetic fluctuations are detected over areas of the abnormal seismic intensity level and/or the magnetic underground structure with anomalously high susceptibilities.

Keywords: Geomagnetic, QuakeFinder, Infrasound, micro-Barometer, Tiltmeter

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Multi-sensor monitoring network for earthquake precursor study near subduction zone at Boso, Japan

Multi-sensor monitoring network for earthquake precursor study near subduction zone at Boso, Japan

*服部 克巳[1]、吉野 千恵[1]、謝 蔚云[2]、齊藤 央[2]、小島 春奈[2]、宋 鋭[2]、韓 鵬[3]、茂木 透[4]、後藤 忠徳[5]、内匠 逸[6]、安川 博[7]、毛利 元昭[8]、井筒 潤[9]、高野 忠[10]、山中 千博[11]、鴨川 仁[12]、安藤 芳晃[13]、劉 正彦[14]、Ouzounov Dimitar[15]、Tramutoli Valery[16]
*Katsumi Hattori[1], Chie Yoshino[1], WEIYUN XIE[2], Sanaka Saito[2], Haruna Kojima[2], Rui Song[2], Peng Han[3], Toru Mogi[4], Tada-nori Goto[5], Ichi Takumi[6], Hiroshi Yasukawa[7], Motoaki Mouri[8], Jun Izutsu[9], Tadashi Takano[10], Chihiro Yamanaka[11], Masashi Kamogawa[12], Yoshiaki Ando[13], JANN-YENQ Liu[14], Dimitar Ouzounov[15], Valery Tramutoli[16]

1. 千葉大学大学院理学研究院、2. 千葉大学大学院融合理工学府、3. 中国南方科技大学、4. 北海道大学、5. 京都大学、6. 名古屋工業大学、7. 愛知県立大学、8. 愛知大学、9. 中部大学、10. 日本大学、11. 大阪大学、12. 東京学芸大学、13. 電気通信大学、14. 台湾国立中央大学、15. Chapman University, US、16. University of Basilicagta, Italy
1. Department of Earth Sciences, Graduate School of Science, Chiba University, 2. Graduate School of Science and Engineering, Chiba University, 3. Southern University of Science and Technology, China, 4. Hokkaido University, 5. Kyoto University, 6. Nagoya Institute of Technology, 7. Aichi Prefectural University, 8. Aichi University, 9. Chubu University, 10. Nihon University, 11. Osaka University, 12. Tokyo Gakugei University, 13. The University of Electro-Communications, 14. National Central University, Taiwan, 15. Chapman University, US, 16. University of Basilicagta, Italy

New observations from ground and space have provided multiple evidences of pre-earthquake signals and the latest studies show their statistical significance, repeatability, and universality. In this project, to understand the preparation process of large earthquakes and slow-slip events in subduction zone, especially to clarify the nucleation stage of the earthquake cycle, we plan to establish a dense observation network in Boso, Japan, where large subduction earthquakes are expected soon. Since the subsurface fluid flow may play an important role in the preparation process of subduction activities, we intend to employ electromagnetic approaches including oceanic and continental MT survey to monitor the underground resistivity structure which is sensitive to the dynamics of fluid. Other geophysical monitoring such as ULF geomagnetic and geoelectrical observations, radon measurements, and inland GPS movements, TIR, and OLR will be incorporated to help to understand the preparation process and evaluate the applicability of various pre-earthquake signals towards short term earthquake forecasting. We call this idea “sensor WEB”. We will show the state of the art and some results in our presentation.

This study is supported by Grand-in-Aids for Scientific Research of Japan Society for Promotion of Science (26249060).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Transient Effects in Atmosphere and Ionosphere Associated with 2018 Mw 7.5 Sulawesi Indonesia Earthquake and Triggered Tsunami and Volcano Activities

*Dimitar Ouzounov[1], Sergey Pulinets[2], Dmitry Davidenko[2], Alexander Rozhnoi[3], Maria Solovieva[3], Tiger Liu[4]

1. Center of Excellence in Earth Systems Modeling & Observations (CEESMO) , Schmid College of Science & Technology Chapman University, Orange, California, USA, 2. Space Research Institute, RAS, Moscow, Russia, 3. The Schmidt Institute of Physics of the Earth, RAS, Moscow, Russia, 4. Center for Astronautical Physics and Engineering, National Central University, Taoyuan City, Taiwan

We analyze retrospectively the transient variations of four different physical parameters of atmosphere/ionosphere during the time of M7.5 od Sept 28, 2018 in Indonesia namely: (i) thermodynamic proprieties in the lower atmosphere, (ii) outgoing earth radiation (OLR) at the TOA, (ii) GPS/TEC and (iv) the very-low-frequency (VLF/LF) signals at the receiving station in Petropavlovsk-Kamchatski (RTK, Russia). We found that in the second part of September 2018 a rapid augment of satellite observed earth radiation in the atmosphere and the anomaly located in close vicinity to the future M7.5 epicenter reached the maximum on Sept 21-22. The GPS/TEC data analysis indicates an augment and variation in electron density reaching a maximum value during the Sept 26-27 periods. Two VLF/LF crossing wave paths - NWC-RTK and JJY-RTK, have shown abnormal behavior of signals during on days Sept 26-28 two days before the earthquake. Our results show coherence between the appearance of pre-earthquake transient’ s effects in atmosphere and ionosphere (with a short time-lag, from hours up to a few days) and the occurrence of 2018 M7.5 in Indonesia. Traveling ionospheric tsunami disturbances (TITDs) in the total electron content (TEC) induced by tsunami waves of the 28 September 2018 Mw 7.5 Sulawesi Indonesia earthquake are detected by of seven ground-based receivers of the global positioning system (GPS) in South Asia, Oceanic, Pacific areas. It is found that the origin is about 100 km North of the epicenter and the horizontal speed is of about 187 m/s.

The pre-earthquake nature of the signals in atmosphere and ionosphere were revealed by simultaneous analysis of satellite, GPS/TEC and VLF/LF observations and suggest that they follow a general temporal-spatial evolution pattern, which has been seen in other large earthquakes worldwide.

Keywords: earthquake, tsunami, volcano, precursor, GPS/TEC, thermal anomaly

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Seismicity change and b value variation prior to the Wenchuan earthquake (*Ms 8.0*)

*Peng Han[1], Rui Wang[1], Ying Chang[1], Miao Miao[1], Haixia Shi[2], Lingyuan Meng[2], Xuemei Zhang[2], Weiyun Xie[3], Katsumi Hattori[3]

1. Southern University of Science and Technology, Shenzhen, China, 2. China Earthquake Networks Center, Beijing 100045, China, 3. Chiba University, Chiba, Japan

The Gutenberg-Richter Law describes frequency-magnitude distribution of earthquakes. A number of studies have shown that the slope (b value) of the relationship between frequency and magnitude decreased before large earthquakes. Based on the analysis of the earthquake catalog from January, 2000 to April, 2008, we have investigated seismicity change and b value variation prior to the *Ms* 8.0 Wenchuan earthquake. The results show clear drops of both monthly and quarterly frequency of earthquakes during 2005-2006. The b value exhibits a long-term decrease trend since 2002, and reaches to the minimum just before the onset of the main shock. The temporal variation of b value is quite similar to that prior to the *Mw* 9.0 Tohoku earthquake in Japan, which may reflect the stress evolution during the preparation process of large earthquakes. These results indicate that the b value is an important indicator of an impending great earthquake, and has high potential in terms of predicting a future large quake.

Keywords: Wenchuan earthquake, b value, seismicity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_35

[M-IS04] Interdisciplinary studies on pre-earthquake processes

コンビーナ:服部 克巳(千葉大学大学院理学研究科)、劉 正彦(国立中央大学太空科学研究所)、Ouzounov Dimitar(Center of Excellence in Earth Systems Modeling & Observations (CEESMO) , Schmid College of Science & Technology Chapman University, Orange, California, USA)、Qinghua Huang(Peking University)

This session expands the interdisciplinary discussions on preparation process of earthquake and earthquake predictability by presenting the latest progress in studying the physically based pre-earthquake phenomena. New observations from space and ground have provided
evidences, which may enhance better understanding of tectonic activity. The session anticipates talks that include but not limited to observations and analyses of seismic, electrical, electromagnetic, electro-chemical and thermodynamic processes related to stress changes in the lithosphere along with their statistical and physical validation. Presentations on the latest observational results associated with major earthquakes obtained by different methodologies are welcomed. The topics of the session are as follows but not limited.

-General discussion on earthquake preparation process and the physics of pre-earthquake signals

- Theory, modeling, laboratory experiments, computational simulation for generation and propagation of pre-earthquake signals and their connection with seismic cycle

 - Multi-parameter observations, detection, and validation of pre-earthquake signals

 - Cross-disciplinary studies, practical and technical approaches for better understanding of earthquake preparation processes and their connection with seismicity

[MIS04-P01] 1983~2017の柿岡におけるULF磁場変動と地震との相関に関する長期統計解析と地震前兆性の評価

*高橋 恵[1]、服部 克巳[2]、韓 鵬[3] (1.Faculty of Science, Chiba University、2.Graduate School of Science, Chiba University、3.Southern University of Science and Technology, China)

[MIS04-P02] Swarm衛星を用いた地震に先行する磁場異常および電離圏異常に関する研究

*山﨑 編音[1]、服部 克巳[1]、宋 鋭[1] (1.千葉大学)

[MIS04-P03] Measurement of radon density in the atmosphere at Okayama, Kochi, Choshi and Kiyosumi, II

*岡林 徹[1]、蜷川 清隆[2]、山本 勲[3]、服部 克巳[4]、吉野 千恵[4]、小島 春奈[4]、前多 信博 (1.千葉科学大学危機管理学部医療危機管理学科、2.岡山理科大学理学部、3.岡山理科大学工学部、4.千葉大学理学部地球科学科)

[MIS04-P04] Possible anomalous changes in solar quiet-daily geomagnetic variation *Sq* related to the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake (Mw 9.0)

*Xiaocan Liu[1]、Katsumi Hattori[2,3]、Peng Han[4]、Huaran Chen[1] (1.Institute of geophysics China Earthquake Administrition、2.Graduate School of Science, Chiba University, Chiba, Japan、3. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, Chiba, Japan、4.Department of Earth and Space Sciences, Southern University of Science and Technology, ShenZhen, China)

[MIS04-P05] Co-seismic geomagnetic fluctuations and atmospheric disturbances during the 2018 M6.2 Hualien Earthquake

*Chun-Rong Chen[1]、JANN-YENQ Liu[1] (1.Graduate Institute of Space Science, National Central University)

[MIS04-P06] Multi-sensor monitoring network for earthquake precursor study near subduction zone at Boso, Japan

*服部 克巳[1]、吉野 千恵[1]、謝 蔚云[2]、齊藤 央[2]、小島 春奈[2]、宋 鋭[2]、韓 鵬[3]、茂木 透[4]、後藤 忠徳[5]、内匠 逸[6]、安川 博[7]、毛利 元昭[8]、井筒 潤[9]、高野 忠[10]、山中 千博[11]、鴨川 仁[12]、安藤 芳晃[13]、劉 正彦[14]、Ouzounov Dimitar[15]、Tramutoli Valery[16] (1.千葉大学大学院理学研究院、2.千葉大学大学院融合理工学府、3.中国南方科技大学、4.北海道大学、5.京都大学、6.名古屋工業大学、7.愛知県立大学、8.愛知大学、9.中部大学、10.日本大

学、11.大阪大学、12.東京学芸大学、13.電気通信大学、14.台湾国立中央大学、15.Chapman University, US、16.University of Basilicagta, Italy)

[MIS04-P07] Transient Effects in Atmosphere and Ionosphere Associated with 2018 Mw 7.5 Sulawesi Indonesia Earthquake and Triggered Tsunami and Volcano Activities

★Invited Papers

*Dimitar Ouzounov[1]、Sergey Pulinets[2]、Dmitry Davidenko[2]、Alexander Rozhnoi[3]、Maria Solovieva[3]、Tiger Liu[4] (1.Center of Excellence in Earth Systems Modeling & Observations (CEESMO) , Schmid College of Science & Technology Chapman University, Orange, California, USA、2.Space Research Institute, RAS, Moscow, Russia、3.The Schmidt Institute of Physics of the Earth, RAS, Moscow, Russia、4.Center for Astronautical Physics and Engineering, National Central University, Taoyuan City, Taiwan)

[MIS04-P08] Seismicity change and b value variation prior to the Wenchuan earthquake (*Ms 8.0*)

*Peng Han[1]、Rui Wang[1]、Ying Chang[1]、Miao Miao[1]、Haixia Shi[2]、Lingyuan Meng[2]、Xuemei Zhang[2]、Weiyun Xie[3]、Katsumi Hattori[3] (1.Southern University of Science and Technology, Shenzhen, China、2.China Earthquake Networks Center, Beijing 100045, China、3.Chiba University, Chiba, Japan)

1983~2017の柿岡におけるULF磁場変動と地震との相関に関する長期統計解析と地震前兆性の評価
Statistical analysis and Evaluation of ULF seismo-magnetic phenomena at Kakioka, Japan, during 1983-2017

*高橋 恵[1]、服部 克巳[2]、韓 鵬[3]
*Kei Takahashi[1], Katsumi Hattori[2], Peng Han[3]

1. Faculty of Science, Chiba University、2. Graduate School of Science, Chiba University、3. Southern University of Science and Technology, China
1. Faculty of Science, Chiba University, 2. Graduate School of Science, Chiba University, 3. Southern University of Science and Technology, China

To clarify and verify the ultralow frequency (ULF) seismo-magnetic phenomena, we have performed statistical studies on the geomagnetic data observed at the Kakioka (KAK) station, Japan, during 1983-2017. We investigated the energy of ULF geomagnetic signals of the frequency around 0.01 Hz using wavelet transform analysis. To minimize the influences of artificial noises and global magnetic perturbations, we used only the geomagnetic data observed at midnight time (LT 2:30 A.M. to 4:00 A.M.).We define the geomagnetic anomalies when the Z components of geomagnetic data exceeds median + 1.5 IQR, where IQR is the interquartile range. Considering that ionospheric disturbances may also lead to enhancements in the Z component, we exclude the anomaly when the energy of H component exceeds median + 3.0 IQR. Statistical analysis of superposed epoch analysis have indicated that ULF magnetic anomalies are more likely to appear before sizable isolated earthquake events (Es parameter which is higher than 8th power of 10 and no earthquake events during ±45 days) rather than after them, especially 6-10 days before the events. Finally, we have evaluated the precursory information of ULF geomagnetic signals for local sizable earthquakes using Molchan’s error diagram. The above results have indicated that the ULF seismo-magnetic phenomena at Kakioka clearly contain precursory information and have a possibility of improving forecasting of large earthquakes.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Swarm衛星を用いた地震に先行する磁場異常および電離圏異常に関する研究

Pre-seismic anomalies on Earth’s magnetic field and ionosphere electron density using Swarm data

*山崎 編音[1]、服部 克巳[1]、宋 鋭[1]
*Amune Yamazaki[1], Katsumi Hattori[1], Rui Song[1]

1. 千葉大学
1. Chiba University

地震は地殻内の応力解放によって引き起こされ、しばしば人間生活に重大な被害をもたらす。地震の短期予測は未だ実現されていないが、近年地震活動に関連する可能性のある電磁気現象が多数報告されてきている。こうした現象の観測手法のひとつである衛星観測には、地上観測と異なり連続した時間の観測ができない一方、全球から大地震関連のデータを短時間で集積できるという利点がある。2013年11月22日に欧州宇宙機関によって運用開始されたSwarm衛星は、A,B,Cの三機の衛星による同時観測を行っており衛星観測の難点である時間分解能の悪さを補うことができる。またSwarmデータにより過去の地震に先行する異常が報告されており、本研究ではその検証のためSwarm AのVFM磁場ベクトルデータ(Y成分)、Langmuir probeのプラズマ電子密度データを用い、インドネシアで2018年に発生したロンボク島地震に関し、2018年5月28日~9月27日の期間で震央から1000km四方の範囲内における異常の解析を行った。解析の結果、2018年ロンボク島地震に関連して、磁場Y成分では地震1~2週間前に正の異常、電子密度では1週間~1ヵ月前に負の異常が多く発生している傾向がみられた。また地震の発生していない2016年および2017年の同期間における解析結果と比較すると、2018年でのみ6月末から7月にかけて短期間で異常日数の急激な増加がみられ、地震との関連性が示唆される。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Measurement of radon density in the atmosphere at Okayama, Kochi, Choshi and Kiyosumi, II

Measurement of radon density in the atmosphere at Okayama, Kochi, Choshi and Kiyosumi, II

*岡林 徹[1]、蜷川 清隆[2]、山本 勲[3]、服部 克巳[4]、吉野 千恵[4]、小島 春奈[4]、前多 信博
*Tohru Okabayashi[1], Kiyotaka Ninagawa[2], Isao Yamamoto[3], Katsumi Hattori[4], Chie Yoshino[4], Haruna Kojima[4], Nobuhiro Maeda

1. 千葉科学大学危機管理学部医療危機管理学科、2. 岡山理科大学理学部、3. 岡山理科大学工学部、4. 千葉大学理学部地球科学科
1. Department of Merical Risk and Crisis Management, Faculty of Risk and Crisis Management, Chiba Institute of Science, 2. Faculty of Science, Okayama University of Science, 3. Falcuty of Engineering, Okayama University of Science, 4. Graduate school of Science, Chiba University

英文を参照してください。

キーワード：ラドン、大気、地震予測
Keywords: radon, atmosphere, earthquake prediction

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Possible anomalous changes in solar quiet-daily geomagnetic variation *Sq* related to the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake (Mw 9.0)

*Xiaocan Liu[1], Katsumi Hattori[2,3], Peng Han[4], Huaran Chen[1]

1. Institute of geophysics China Earthquake Administrition, 2. Graduate School of Science, Chiba University, Chiba, Japan, 3. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, Chiba, Japan, 4. Department of Earth and Space Sciences, Southern University of Science and Technology, ShenZhen, China

Seismo-electromagnetic researches have been studied for decades (e.g. Hayakawa and Fujinawa, 1994; Hayakawa and Molchanov, 2002, 2008,2013; Hattori, 2004, Hattori, et al., 2004a, 2004b; Hayakawa et al., 2007;, Hattori et al., 2013; Han et al., 2011, 2014, 2015, 2016, 2017; Huang QH et al., 2011, 2015; Du A, Huang Q et al., 2002, Rong YM et al., 2012, Yuan G.P., Zhang X.M. et al. 2015), and the geomagnetic diurnal variation (GDV) is a stable variation of the geomagnetic field that can be used to detect possible anomalous changes associated with large earthquakes.

We investigated data observed at 20 geomagnetic observatories at longitudes of 130˚E to 150˚E between 2009 and 2012 to detect possible anomalous changes in the geomagnetic solar quiet daily variation (Sq) related to the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake (Mw 9.0) occurred on March 11, 2011 in Japan. We selected the 5 quiet days every month and analyzed three component magnetic data with 1 min resolution using the natural orthogonal component (NOC) method to identify Sq variations from observations, and performed the spherical harmonic analysis (SHA) to separate the internal and the external equivalent Sq current systems of Je and Ji. We obtained that, Je and Ji are distorted near the epicenter area on two geomagnetic quiet days of January 23 and 27, 2011. They are about two months before the earthquake. Then, we made backward computation on the external and internal parts of the SHA model geomagnetic fields, Be and Bi, to determine the possible anomalous magnetic field variations at each station. Results show significant differences in daily variation for all components on January 23 and 27, 2011. The other days, we could not recognize any apparent anomalous behaviors, except known secular, seasonal, and solar activity dependences. A possible connection between this anomaly and the very strong Tohoku earthquake, which followed only one and half month after the geomagnetic anomaly is of highest interest for the research on earthquake precursors.

Keywords: geomagnetic solar quiet daily variation (Sq), natural orthogonal component (NOC) method, spherical harmonic analysis (SHA), the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquak

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Co-seismic geomagnetic fluctuations and atmospheric disturbances during the 2018 M6.2 Hualien Earthquake

*Chun-Rong Chen[1], JANN-YENQ Liu[1]

1. Graduate Institute of Space Science, National Central University

The strong ground motion of 6 February 2018 M6.2 Hualien Earthquake triggered a series of co-seismic geomagnetic fluctuations and seismo-traveling atmospheric disturbances (STADs) signatures in infrasonic waves and micro-pressures upon the seismic wave arrival. Networks of 9 QuakeFinder systems, 3 infrasound systems, 2 tiltmeters, 2 micro-barometers, and 11 co-located seismometers are used in this study. Each QuakeFinder system consists of a 3-axes induction magnetometer, an air conductivity sensor, a geophone, and temperature/relative humidity sensors. Co-seismic signatures clearly appear in the induction magnetometers, infrasound systems, and micro-barometers data. The magnetometers register both high- and low-frequency pulsations. Geomagnetic fluctuations occur upon the seismic wave arrival but last a longer duration, while the STADs lag their co-located seismic waves by about 15-45 seconds. The long-lasting fluctuations recorded by both induction and fluxgate magnetometers suggest that the ground/underground water motion play an important role, which is further conformed by low-frequency fluctuations in the tiltmeter data. In general, the amplitude of geomagnetic fluctuations decays as away from the epicenter. However, unusual large co-seismic geomagnetic fluctuations are detected over areas of the abnormal seismic intensity level and/or the magnetic underground structure with anomalously high susceptibilities.

Keywords: Geomagnetic, QuakeFinder, Infrasound, micro-Barometer, Tiltmeter

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Multi-sensor monitoring network for earthquake precursor study near subduction zone at Boso, Japan

Multi-sensor monitoring network for earthquake precursor study near subduction zone at Boso, Japan

*服部 克巳[1]、吉野 千恵[1]、謝 蔚云[2]、齊藤 央[2]、小島 春奈[2]、宋 鋭[2]、韓 鵬[3]、茂木 透[4]、後藤 忠徳[5]、内匠 逸[6]、安川 博[7]、毛利 元昭[8]、井筒 潤[9]、高野 忠[10]、山中 千博[11]、鴨川 仁[12]、安藤 芳晃[13]、劉 正彦[14]、Ouzounov Dimitar[15]、Tramutoli Valery[16]
*Katsumi Hattori[1], Chie Yoshino[1], WEIYUN XIE[2], Sanaka Saito[2], Haruna Kojima[2], Rui Song[2], Peng Han[3], Toru Mogi[4], Tada-nori Goto[5], Ichi Takumi[6], Hiroshi Yasukawa[7], Motoaki Mouri[8], Jun Izutsu[9], Tadashi Takano[10], Chihiro Yamanaka[11], Masashi Kamogawa[12], Yoshiaki Ando[13], JANN-YENQ Liu[14], Dimitar Ouzounov[15], Valery Tramutoli[16]

1. 千葉大学大学院理学研究院、2. 千葉大学大学院融合理工学府、3. 中国南方科技大学、4. 北海道大学、5. 京都大学、6. 名古屋工業大学、7. 愛知県立大学、8. 愛知大学、9. 中部大学、10. 日本大学、11. 大阪大学、12. 東京学芸大学、13. 電気通信大学、14. 台湾国立中央大学、15. Chapman University, US、16. University of Basilicagta, Italy
1. Department of Earth Sciences, Graduate School of Science, Chiba University, 2. Graduate School of Science and Engineering, Chiba University, 3. Southern University of Science and Technology, China, 4. Hokkaido University, 5. Kyoto University, 6. Nagoya Institute of Technology, 7. Aichi Prefectural University, 8. Aichi University, 9. Chubu University, 10. Nihon University, 11. Osaka University, 12. Tokyo Gakugei University, 13. The University of Electro-Communications, 14. National Central University, Taiwan, 15. Chapman University, US, 16. University of Basilicagta, Italy

New observations from ground and space have provided multiple evidences of pre-earthquake signals and the latest studies show their statistical significance, repeatability, and universality. In this project, to understand the preparation process of large earthquakes and slow-slip events in subduction zone, especially to clarify the nucleation stage of the earthquake cycle, we plan to establish a dense observation network in Boso, Japan, where large subduction earthquakes are expected soon. Since the subsurface fluid flow may play an important role in the preparation process of subduction activities, we intend to employ electromagnetic approaches including oceanic and continental MT survey to monitor the underground resistivity structure which is sensitive to the dynamics of fluid. Other geophysical monitoring such as ULF geomagnetic and geoelectrical observations, radon measurements, and inland GPS movements, TIR, and OLR will be incorporated to help to understand the preparation process and evaluate the applicability of various pre-earthquake signals towards short term earthquake forecasting. We call this idea “sensor WEB”. We will show the state of the art and some results in our presentation.

This study is supported by Grand-in-Aids for Scientific Research of Japan Society for Promotion of Science (26249060).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Transient Effects in Atmosphere and Ionosphere Associated with 2018 Mw 7.5 Sulawesi Indonesia Earthquake and Triggered Tsunami and Volcano Activities

*Dimitar Ouzounov[1], Sergey Pulinets[2], Dmitry Davidenko[2], Alexander Rozhnoi[3], Maria Solovieva[3], Tiger Liu[4]

1. Center of Excellence in Earth Systems Modeling & Observations (CEESMO) , Schmid College of Science & Technology Chapman University, Orange, California, USA, 2. Space Research Institute, RAS, Moscow, Russia, 3. The Schmidt Institute of Physics of the Earth, RAS, Moscow, Russia, 4. Center for Astronautical Physics and Engineering, National Central University, Taoyuan City, Taiwan

We analyze retrospectively the transient variations of four different physical parameters of atmosphere/ionosphere during the time of M7.5 od Sept 28, 2018 in Indonesia namely: (i) thermodynamic proprieties in the lower atmosphere, (ii) outgoing earth radiation (OLR) at the TOA, (ii) GPS/TEC and (iv) the very-low-frequency (VLF/LF) signals at the receiving station in Petropavlovsk-Kamchatski (RTK, Russia). We found that in the second part of September 2018 a rapid augment of satellite observed earth radiation in the atmosphere and the anomaly located in close vicinity to the future M7.5 epicenter reached the maximum on Sept 21-22. The GPS/TEC data analysis indicates an augment and variation in electron density reaching a maximum value during the Sept 26-27 periods. Two VLF/LF crossing wave paths - NWC-RTK and JJY-RTK, have shown abnormal behavior of signals during on days Sept 26-28 two days before the earthquake. Our results show coherence between the appearance of pre-earthquake transient’ s effects in atmosphere and ionosphere (with a short time-lag, from hours up to a few days) and the occurrence of 2018 M7.5 in Indonesia. Traveling ionospheric tsunami disturbances (TITDs) in the total electron content (TEC) induced by tsunami waves of the 28 September 2018 Mw 7.5 Sulawesi Indonesia earthquake are detected by of seven ground-based receivers of the global positioning system (GPS) in South Asia, Oceanic, Pacific areas. It is found that the origin is about 100 km North of the epicenter and the horizontal speed is of about 187 m/s.

The pre-earthquake nature of the signals in atmosphere and ionosphere were revealed by simultaneous analysis of satellite, GPS/TEC and VLF/LF observations and suggest that they follow a general temporal-spatial evolution pattern, which has been seen in other large earthquakes worldwide.

Keywords: earthquake, tsunami, volcano, precursor, GPS/TEC, thermal anomaly

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Seismicity change and b value variation prior to the Wenchuan earthquake (*Ms 8.0*)

*Peng Han[1], Rui Wang[1], Ying Chang[1], Miao Miao[1], Haixia Shi[2], Lingyuan Meng[2], Xuemei Zhang[2], Weiyun Xie[3], Katsumi Hattori[3]

1. Southern University of Science and Technology, Shenzhen, China, 2. China Earthquake Networks Center, Beijing 100045, China, 3. Chiba University, Chiba, Japan

The Gutenberg-Richter Law describes frequency-magnitude distribution of earthquakes. A number of studies have shown that the slope (b value) of the relationship between frequency and magnitude decreased before large earthquakes. Based on the analysis of the earthquake catalog from January, 2000 to April, 2008, we have investigated seismicity change and b value variation prior to the *Ms* 8.0 Wenchuan earthquake. The results show clear drops of both monthly and quarterly frequency of earthquakes during 2005-2006. The b value exhibits a long-term decrease trend since 2002, and reaches to the minimum just before the onset of the main shock. The temporal variation of b value is quite similar to that prior to the *Mw* 9.0 Tohoku earthquake in Japan, which may reflect the stress evolution during the preparation process of large earthquakes. These results indicate that the b value is an important indicator of an impending great earthquake, and has high potential in terms of predicting a future large quake.

Keywords: Wenchuan earthquake, b value, seismicity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 13:45 ~ 15:15 | A02 東京ベイ幕張ホール

[M-IS04] Interdisciplinary studies on pre-earthquake processes

コンビーナ:服部 克巳(千葉大学大学院理学研究科)、劉 正彦(国立中央大学太空科学研究所)、Ouzounov Dimitar(Center of Excellence in Earth Systems Modeling & Observations (CEESMO) , Schmid College of Science & Technology Chapman University, Orange, California, USA)、Qinghua Huang(Peking University)、座長:Jann-Yenq Liu(National Central University, Taiwan)、長尾 年恭

This session expands the interdisciplinary discussions on preparation process of earthquake and earthquake predictability by presenting the latest progress in studying the physically based pre-earthquake phenomena. New observations from space and ground have provided
evidences, which may enhance better understanding of tectonic activity. The session anticipates talks that include but not limited to observations and analyses of seismic, electrical, electromagnetic, electro-chemical and thermodynamic processes related to stress changes in the lithosphere along with their statistical and physical validation. Presentations on the latest observational results associated with major earthquakes obtained by different methodologies are welcomed. The topics of the session are as follows but not limited.

-General discussion on earthquake preparation process and the physics of pre-earthquake signals

- Theory, modeling, laboratory experiments, computational simulation for generation and propagation of pre-earthquake signals and their connection with seismic cycle

 - Multi-parameter observations, detection, and validation of pre-earthquake signals

 - Cross-disciplinary studies, practical and technical approaches for better understanding of earthquake preparation processes and their connection with seismicity

13:45 ~ 14:00

[MIS04-01] Application of blind source separation method in seismo-magnetic data analysis

★Invited Papers

*Peng Han[1]、Yi Zhong[1]、Yuanyuan Zhou[1]、Yonghui Ma[2]、Chengliang Xie[3]、Katsumi Hattori[4]、Chie Yoshino[4] (1.Southern University of Science and Technology, Shenzhen, China、2.Harbin Institute of Technology (Shenzhen), Shenzhen 518055, China、3.China University of Geosciences (Beijing), Beijing, 100083, China、4.Chiba University, Chiba, Japan)

14:00 ~ 14:15

[MIS04-02] 房総旭観測点近傍の地震活動と地中ラドン濃度変動

*小島 春奈[1]、服部 克巳[2]、吉野 千恵[2]、下 道國[3]、小西 敏春[4]、古屋 隆一[5] (1.千葉大学大学院融合理工学府地球環境科学専攻地球科学コース、2.千葉大学大学院理学研究院、3.藤田保健衛生大学、4.応用光研株式会社、5.コムシステム株式会社)

14:15 ~ 14:30

[MIS04-03] Geochemical evidence for the occurrence of 2018 Hualien earthquake triggered by earlier earthquake swarm

*Ching-Chou Fu[1]、Lou-Chuang Lee[1]、Cheng-Horng Lin[1]、Vivek Walia[2]、Dimitar Ouzounov[3] (1.Institute of Earth Sciences, Academia Sinica、2.National Center for Research on Earthquake Engineering, NARL, Taiwan、3.Chapman University, One University Drive, Orange, CA, USA)

14:30 ~ 14:45

[MIS04-04] b値の時間変化及び統計的評価

*謝 蔚云[1]、服部 克巳[1]、韓 鵬[2] (1.千葉大学、2.中国南方科技大学)

14:45 ~ 15:00

[MIS04-05] The S-K characteristics of the borehole areal strains associated with the Ms 8.0 Wenchuan and Ms 7.0 Lushan earthquakes

★Invited Papers

*Kaiguang Zhu [1]、Zining Yu[1]、Chenquan Chi[1]、Mengxuan Fan[1]、Kaiyan Lii[1] (1.Jilin University)

15:00 ~ 15:15

[MIS04-06] The Relationship between Earthquakes and Lightning Events of the globe during 2009-2017

*Ching-Chung Cheng[1]、JANN-YENQ Liu[1,2,3] (1.Graduate Institute of Space Science, National Central University, TAIWAN、2.Center for Astronautical Physics and Engineering, National Central University, TAIWAN、3.Center for Space and Remote Sensing Research, National Central University, TAIWAN)

Application of blind source separation method in seismo-magnetic data analysis

*Peng Han[1], Yi Zhong[1], Yuanyuan Zhou[1], Yonghui Ma[2], Chengliang Xie[3], Katsumi Hattori[4], Chie Yoshino[4]

1. Southern University of Science and Technology, Shenzhen, China, 2. Harbin Institute of Technology (Shenzhen), Shenzhen 518055, China, 3. China University of Geosciences (Beijing), Beijing, 100083, China, 4. Chiba University, Chiba, Japan

Along with the development of urban constructions, artificial disturbances in geomagnetic observations are becoming more and more tremendous. The near-field noises produced by human activities such as vehicles, subway and high-speed railways make it difficult to precisely measure geomagnetic pulsations on the ground, thus reducing the practical application value of geomagnetic data. Therefore, suppressing near-field noises has scientific significance and application value. In this study, by combining remote reference and blind source separation analysis methods, we proposed a new signal processing approach which is able to separate geomagnetic pulsation from near-field noise. First, we demonstrated the effectiveness of the new approach by separating signals of different sources in the simulation analysis. Then, we applied this method to geomagnetic field data observed in Chiba, Japan where DC-driven train noises were intense. The results showed that geomagnetic pulsations and train noises are separated clearly, and near-field train noise could be reduced effectively on that basis. It is concluded that the reference-based blind source separation analysis is useful in extracting geomagnetic pulsations and suppressing near-field noises, and may have potential application value in electromagnetic exploration.

Keywords: blind source separation, seismo-magnetic data analysis, Boso, Japan

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

房総旭観測点近傍の地震活動と地中ラドン濃度変動
Rn flux anomaly and local seiemicity around Asahi station,Boso,Japan

*小島 春奈[1]、服部 克巳[2]、吉野 千恵[2]、下 道國[3]、小西 敏春[4]、古屋 隆一[5]
*Haruna Kojima[1], Katsumi Hattori[2], Chie Yoshino[2], Michikuni Shimo[3], Toshiharu Konishi[4], Ryuichi Furuya[5]

1. 千葉大学大学院融合理工学府地球環境科学専攻地球科学コース、2. 千葉大学大学院理学研究院、3. 藤田保健衛生大学、4. 応用光研株式会社、5. コムシステム株式会社
1. Graduate School of Science and Engineering,Chiba University, 2. Department of Earth Sciences,Graduate School of Science,Chiba University, 3. Fujita Hearth University, 4. OHYO KOKEN KOGYO Co.,Ltd, 5. COM SYSTEM ,INC.

近年、地震に先行する電離層異常や衛星赤外異常などの電磁気学的な地震前兆現象が多く報告されている。これらの前兆現象と地震を結びつける理論として地圏一大気圏一電離圏結合（LAIC）が提案されている。本研究では、旭観測点にて大気電場、大気イオン濃度、ラドン濃度の同時観測を行い、LAICの化学チャネルについて観測学的検証を行っている。大気電気パラメータは主に気象要素の影響を受けるため、これらの影響を除去する必要がある。我々はMSSA(マルチチャンネル特異スペクトル解析)を用いて、地中ラドン濃度から気象による影響を除去し、地中からのRnフラックスを推定し、フラックスの変動と地震との関連について調査した。地震のパラメータとして観測点から50kmおよび100kmの累積地震モーメントとEs指数（観測点の感じる1日あたりの地震エネルギー）を用いて解析を行った結果、Rnフラックスの変動は、観測点近傍の地震活動と相関があることがわかった。この結果から、地中ラドン濃度のモニタリングは地域的な地震活動を監視する指標として有効であるといえる。より詳細な調査のために、地中ラドン濃度のネットワーク観測などを実施し、Rnフラックス変動の地震のマグニチュード依存性や距離依存性等の関係を調査する必要がある。

キーワード：地圏-大気圏-電離圏結合、大気電場、大気イオン濃度、地中ラドン濃度
Keywords: Lithosphere-Atmosphere-Ionosphere Coupling, atmospheric electric field, atmospheric ion concentration, ground Rn concentration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geochemical evidence for the occurrence of 2018 Hualien earthquake triggered by earlier earthquake swarm

*Ching-Chou Fu[1], Lou-Chuang Lee[1], Cheng-Horng Lin[1], Vivek Walia[2], Dimitar Ouzounov[3]

1. Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, 2. National Center for Research on Earthquake Engineering, NARL, Taiwan, 3. Chapman University, One University Drive, Orange, CA, USA

The continuous observations of soil radon for earthquake studies at the Tapingti station (TPT) have been recorded and are compared with the data from gamma rays observations at the Taiwan Volcano Observation station (YMSG), located north to the TPT station. The previous significant increases of gamma rays and radon were observed at both stations before the earthquakes, which occurred in eastern and northeastern Taiwan, suggest that anomalies in gamma and radon may provide the good indicator for exploring earthquake precursor in eastern Taiwan. A Mw 6.4 Hualien earthquake struck eastern Taiwan on 6 February 2018. Based on seismological studies, this earthquake may be triggered by the earthquake swarm that shook eastern Taiwan on 4 February 2018. In this study, both stations recorded significant changes about two weeks before the Hualien Earthquake. However, we provide the possible evidences from geochemical data for the occurrence of 2018 Hualien earthquake was triggered by earlier earthquake swarm. The continuous monitoring on the multiple parameters can improve our understanding of the relationship between the observed radon and gamma-ray variations and the regional crustal stress/strain in the area.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

b値の時間変化及び統計的評価
Temporal Variation and Statistical Assessment of b value

*謝 蔚云[1]、服部 克巳[1]、韓 鵬[2]
*weiyun xie[1], Katsumi Hattori[1], Peng Han[2]

1. 千葉大学、2. 中国南方科技大学
1. chiba university, 2. Southern University of Science and Technology

The Gutenberg-Richter Law describes frequency-magnitude distribution of earthquakes. A number of studies have shown that the slope (b value) of the relationship between frequency and magnitude decreased before large earthquakes. In this paper, we investigate the temporal variation of the b value in the Hokkaido and Tohoku regions, Japan and the Wenchuan region, China, respectively, where M 8.0+ earthquakes occurred in the new century. The magnitude of completeness (Mc) in the catalog is evaluated by combining the maximum curvature (MAXC) technique and the bootstrap approach. Then, the b value and its uncertainty is computed by using the maximum likelihood estimation. The Akaike Information Criterion (AIC) with the bootstrap approach is introduced to statistically assess the temporal variation of b values and quantify the significance level. The results show decrease trends of the b value prior to the 2003 Tokachi Earthquake (M8.0) in Hokkaido, the 2011 Tohoku Earthquake (M9.0), and the 2008 Wenchuan Earthquake in China. In addition, the decrease of b values shows certain statistical significance few months before the three M8.0+ great earthquakes. It is concluded that the b value with statistical assessment may contain potential information for future large earthquake preparation.

キーワード：b値、赤池情報量基準
Keywords: b-value, AIC

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The S-K characteristics of the borehole areal strains associated with the Ms 8.0 Wenchuan and Ms 7.0 Lushan earthquakes

*Kaiguang Zhu [1]、Zining Yu[1]、Chenquan Chi[1]、Mengxuan Fan[1]、Kaiyan Lii[1]
*Kaiguang Zhu[1], Zining Yu[1], Chenquan Chi[1], Mengxuan Fan[1], Kaiyan Lii[1]

1. Jilin University
1. Jilin University

The skewness and kurtosis of daily borehole areal strain at Guza station are jointly analysed on the S-K plane for the Wenchuan and Lushan earthquakes. We define a crustal stationary background to distinguish possible anomalies related to the earthquakes on the assumption that the background exhibits a quasi-Gaussian distribution. By calculating the S-K biases of the daily areal strain from the crustal stationary background, we found that before the Wenchuan earthquake, the large S-K bias anomalies were always negative, implying that the crust was compressed near the station. Whereas for the Lushan earthquake, clustered positive bias anomalies appeared within two time periods, revealing tensile changes in the crust. In addition, the S-K distributions of two arthquakes are separated on the S-K plane, further indicating differences in the associated deformation. These results demonstrate that the S-K characteristics of borehole areal strain data are potentially promising as earthquake precursors.

キーワード：borehole areal strain、S-K biases、S-K distributions、Wenchuan and Lushan earthquakes
Keywords: borehole areal strain, S-K biases, S-K distributions, Wenchuan and Lushan earthquakes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The Relationship between Earthquakes and Lightning Events of the globe during 2009-2017

*Ching-Chung Cheng[1], JANN-YENQ Liu[1,2,3]

1. Graduate Institute of Space Science, National Central University, TAIWAN, 2. Center for Astronautical Physics and Engineering, National Central University, TAIWAN, 3. Center for Space and Remote Sensing Research, National Central University, TAIWAN

Lightning activities observed by WWLLN (World-Wide Lightning Location Networks) and 95 magnitude greater than 7.0 earthquakes within 30 degrees north and south latitude during 2009 - Nov. 2017 have been statistically examineed. In particular, we investigate how the lightning activities relate to the magnitude, depth, and distance to the epicenter of the earthquakes. Results show that the lightning events 12-22 days before the magnitude greater than 7.9 earthquakes significantly increase around the epicenter. Furthermore, the area size around the epicenter with the statistical significance of lightning activity enhancements is proportional to the earthquake magnitude. These results suggest that lightning activities can be used to find the possible location of forthcoming large earthquakes.

Keywords: Earthquake, Lightning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | A02 東京ベイ幕張ホール

[M-IS04] Interdisciplinary studies on pre-earthquake processes

コンビーナ:服部 克巳(千葉大学大学院理学研究科)、劉 正彦(国立中央大学太空科学研究所)、Ouzounov Dimitar(Center of Excellence in Earth Systems Modeling & Observations (CEESMO) , Schmid College of Science & Technology Chapman University, Orange, California, USA)、Qinghua Huang(Peking University)、座長:Peng Han、服部 克巳

This session expands the interdisciplinary discussions on preparation process of earthquake and earthquake predictability by presenting the latest progress in studying the physically based pre-earthquake phenomena. New observations from space and ground have provided
evidences, which may enhance better understanding of tectonic activity. The session anticipates talks that include but not limited to observations and analyses of seismic, electrical, electromagnetic, electro-chemical and thermodynamic processes related to stress changes in the lithosphere along with their statistical and physical validation. Presentations on the latest observational results associated with major earthquakes obtained by different methodologies are welcomed. The topics of the session are as follows but not limited.

-General discussion on earthquake preparation process and the physics of pre-earthquake signals

- Theory, modeling, laboratory experiments, computational simulation for generation and propagation of pre-earthquake signals and their connection with seismic cycle

 - Multi-parameter observations, detection, and validation of pre-earthquake signals

 - Cross-disciplinary studies, practical and technical approaches for better understanding of earthquake preparation processes and their connection with seismicity

15:30 ~ 15:45

[MIS04-07] 3D-Tomography of the Ionospheric Anomalies Preceding the 2011 Tohoku-Oki (M_W9.0) Earthquake

*Ihsan Naufal Muafiry[1,2]、Kosuke Heki[1] (1.Hokkaido University, Japan、2.Universitas Esa Unggul, Indonesia)

15:45 ~ 16:00

[MIS04-08] Statistical Analysis of Pre-seismic Ionospheric Electron Density Anomalies and Investigation of Precursor

*齊藤 央[1]、吉野 千恵[1]、服部 克巳[1] (1.千葉大学)

16:00 ~ 16:15

[MIS04-09] Spatial clustering of pre-earthquake anomalies as an indicator of the preparation/activation zone

*Dimitar Ouzounov[1]、Sergey Pulinets[2]、Tiger Liu[3]、Katsumi Hattori[4] (1.Center of Excellence in Earth Systems Modeling & Observations (CEESMO) , Schmid College of Science & Technology Chapman University, Orange, California, USA、2.Space Research Institute, RAS, Moscow, Russia、3.National Central University, Taoyuan City, Taiwan、4. Chiba University, Chiba, Japan)

16:15 ~ 16:30

[MIS04-10] **Application of the ionospheric parameters on the seismic research**- -Seismic-ionospheric effect detected from China Seismo-Electromagnetic Satellite

★Invited Papers

*Rui Song[1]、Hattori Katsumi[2]、Xuemin Zhang[3] (1.Graduate School of Science and Engeering, Chiba University、2.Graduate School of Science, Chiba University、3.Institute of Earthquake Science, China Earthquake Administration)

16:30 ~ 16:45

[MIS04-11] ROC curve analyses on the ionospheric TEC of M>=6.0 earthquakes in Japan during 1998-2015

★Invited Papers

*JANN-YENQ Liu[1]、Yuh-Ing Chen[2]、Pei-Jung Lee[1] (1.Center for Astronautical Physics and Engineering; Graduate Institute of Space Science, National Central University, Taiwan、2.Graduate Institute of Statistics, National Central University, Taiwan)

16:45 ~ 17:00

[MIS04-12] FORMOSAT-5/AIP observes seismo-ionospheric precursors

*JANN-YENQ Liu[1]、Chi-Kuang Chao[1] (1.Center for Astronautical Physics and Engineering; and Graduate Institute of Space Science, National Central University, TAIWAN)

3D-Tomography of the Ionospheric Anomalies Preceding the 2011 Tohoku-Oki (M_w9.0) Earthquake

*Ihsan Naufal Muafiry[1,2], Kosuke Heki[1]

1. Hokkaido University, Japan, 2. Universitas Esa Unggul, Indonesia

The vertical deformation of solid earth could trigger direct acoustic wave propagating upward and will reach the F-layer of the ionosphere ~10 minutes after earthquakes (Cahyadi & Heki, 2015). Such an acoustic disturbance may also make long-lasting electron depletion (Shinagawa et al., 2013). These phenomena can be studied through Total Electron Content (TEC) data using Global Navigation Satellite System (GNSS) receivers. The GNSS phase difference can be converted to slant TEC (STEC) integrated along its line-of-sight (LoS), which are further converted to absolute vertical TEC (VTEC) by removing inter-frequency biases and multiplying with the cosine of the incidence angle of LoS to the ionosphere.

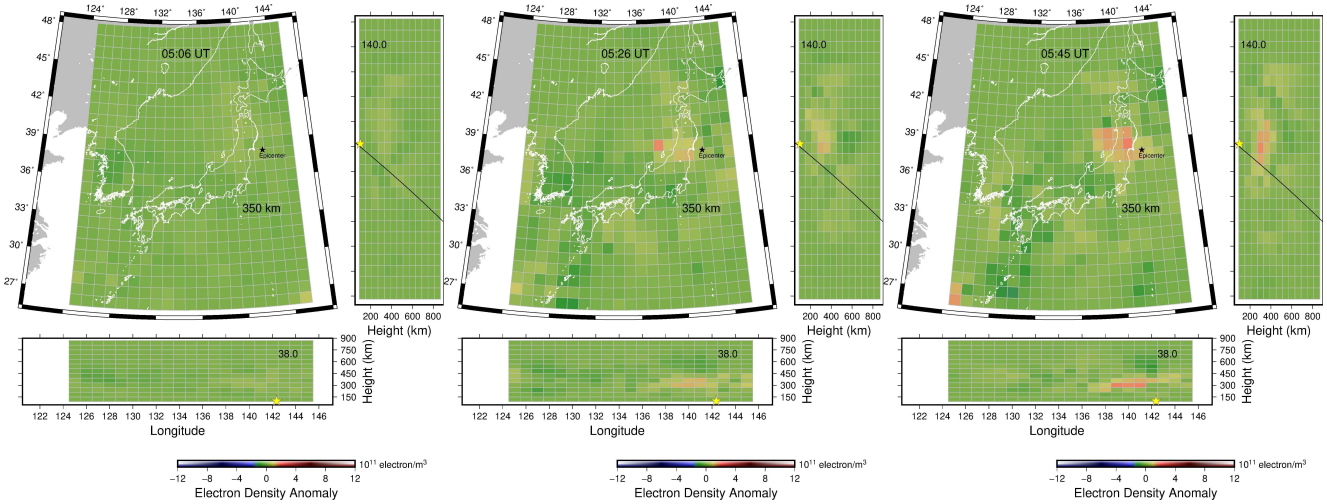
Shortly after the 2011 Tohoku-Oki M_w9.0 earthquake, Heki (2011) reported a significant positive anomaly in TEC starting ~40 minutes before the earthquake above the focal area, and He & Heki (2017) found similar TEC enhancements before 18 earthquakes with M_w 7.3-9.2. He & Heki (2016; 2018) investigated the spatial structure of the electron density anomalies before the 2015 Illapel earthquake, Chile (M_w8.3) using three-dimensional (3D) tomography technique. The result showed that positive electron density anomaly at ~200 km and negative anomalies at high altitudes line up along the geomagnetic field. This suggests their origin by electron redistribution caused by electric field made by surface positive electric charge (e.g. Freund, 2011).

Here, we report the 3D structure of the ionospheric electron density anomalies immediately before the 2011 Tohoku-Oki Earthquake using data from GEONET, a dense GNSS arrays in Japan, and the dense network in South Korea, with the 3D tomography technique similar to He & Heki (2018) and Muafiry et al. (2018). We set up more than 1500 blocks over the region covering the whole Japanese Islands, the Japan Sea, and the Korean Peninsula, with the size of 1.0° (E-W) x 0.9° (N-S) x 60 km (U-D) up to 900 km altitude. By using STEC residuals of pairs of thousand stations and 8 GPS satellites from reference curves, carefully determined by the L-curve method, as the input, we estimated the number of electron density anomalies within individual blocks. To stabilize and regularize the solution, we applied two types of constraints, i.e. continuity constraint and altitude-dependent absolute value constraint assuming the Chapman distribution. Before using the real data, we performed various tests to confirm the reliability of the solution including the checkerboard test, the test assuming realistic preseismic anomaly pattern, and comparing observed STEC anomalies of 10 % of the observation data with those calculated using the electron density anomalies estimated from the remaining 90% of data. These tests showed that our tomography results are robust with its difference is below 0.5 total electron content unit (TECU).

The attached figure shows the map view of our result at a height of 350 km with longitudinal and latitudinal profiles at three different epochs. The results show that positive electron density anomalies occurred at ~300 km altitude. They become large without spatial drifts as the main-shock approaches. Negative anomalies surround this compact and strong positive anomaly. The anomaly is situated just above to the focal area, suggesting its origin as the concentration of ionospheric electrons in response to surface positive electric charges appearing immediately before the 2011 Tohoku-Oki earthquake.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Ionosphere-Anomalies, Earthquake Precursor, GPS-TEC, 3D-tomography



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Statistical Analysis of Pre-seismic Ionospheric Electron Density Anomalies and Investigation of Precursor

*齊藤 央[1]、吉野 千恵[1]、服部 克巳[1]
*Sanaka Saito[1], Chie Yoshino[1], Katsumi Hattori[1]

1. 千葉大学
1. Chiba University

Recently, many papers have been published on the earthquake-related ionospheric anomalies. In particular, event studies and statistical studies on Ionospheric electrons using Ionosonde and GPS TEC (total electron content) indicate the pre-seismic anomalies. In Japan region, the previous statistical study during 1998-2010 shows that there is an increase anomaly 1-5 days before the earthquake with M>=6 D<=40 km. In this study, we performed statistical analysis on ionosonde data observed at Kokubunji (35.71N, 139.49E), Japan over 60 years of 1958 ~ 2017 in order to investigate the earthquake-related ionospheric anomalies. The ionosonde is operated by the National Institute of Information and Communication Technology, Japan. The studied parameters are NmF2, which indicates the maximum electron density in the F2 layer, hmF2, which shows the NmF2 altitude, and foEs which is the critical frequency of the Es layer. We select earthquakes occurred within 1000 km and 350 km radius from the ionosonde station, and M >= 6 and D <= 40 km. There are 352 and 148 earthquakes. Ionospheric anomalies are also induced by geomagnetic storm. Therefore, to remove the geomagnetic storm effects, we adopt the Dst index. We divided the values into some classes by onset time and intensity. For each class, we performed statistical processes to calculate duration of ionospheric anomalies triggered by a geomagnetic storm. We found these anomalies last about 1-3 days, and we remove the data based on results. To investigate the correlation between ionospheric anomalies and earthquakes, we perform the Superposed Epoch Analysis (SEA). We define the anomaly as 15 days backward median value ±1.5 IQR and an anomalous day has the anomaly with more than 10 hours. Then, we make up the binary time series data on the earthquake-related anomaly. We extract dataset 30 days before and after the earthquake day for the all selected earthquakes and perform SEA. To evaluate the statistical significance, we compute the random test. SEA results show that there is a significant positive anomalies 1-10 days before the earthquakes in NmF2 data. For hmF2 data, we can find there are no clear correlation. As for foEs, we need further investigation. For NmF2, we checked Molchan’ s Error Diagram (MED). From the results of MED, NmF2 may be precursor for earthquakes. The detailed will be given in the presentation.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Spatial clustering of pre-earthquake anomalies as an indicator of the preparation/activation zone

*Dimitar Ouzounov[1], Sergey Pulinets[2], Tiger Liu[3], Katsumi Hattori[4]

1. Center of Excellence in Earth Systems Modeling & Observations (CEESMO) , Schmid College of Science & Technology Chapman University, Orange, California, USA, 2. Space Research Institute, RAS, Moscow, Russia, 3. National Central University, Taoyuan City, Taiwan, 4. Chiba University, Chiba, Japan

We present an interdisciplinary study of observations of pre-earthquake processes associated with major earthquakes based on integrating space and ground- data. We are exploring the general temporal-spatial and evolution patterns of these pre-earthquake signals as a function of both their type and the earthquake magnitude. We examined the possible correlation between the spatial clustering of pre-Earthquake anomalies and the size of earthquake preparation/activation (Dobrovolsky-Bowman zone) in the framework of the Lithosphere-Atmosphere-Ionosphere Coupling (LAIC) concept. For this analysis we selected six most massive earthquakes from the last decade with differing geographic and seismo-tectonics regions: (1) M9.3, Off the West Coast of Northern Sumatra, Dec 26, 2004; (2) M9.0 Great Tohoku Earthquake, , Japan, March 11, 2011; (3 and (4) M7.8 and M7.3 Gorkha, Nepal, 2015; (5); M8.2 Tehuantepec, Mexico, September 8, 2017 and; (6) M7.1, Puebla central Mexico earthquakes, Mexico, September 19, 2017.
Four physical parameters were measured from ground and satellite were used in the temporal-spatial patterns: 1) Ground Radon variation; 2) Outgoing Long-wavelength Radiation (OLR obtained from NPOESS, NASA/AQUA) on top of the atmosphere (TOA); 3) Atmospheric Chemical Potential (ACP) obtained from NASA assimilation models and; 4) electron density variations in the ionosphere via GPS Total Electron Content (GPS/TEC).

Our preliminary results of temporal-evolution patterns indicate an enhancement of radon (about a week to ten days prior) followed by the increase in the atmospheric chemical potential measured near the epicenter from both satellite and subsequently with an increase of OLR observed on the TOA from NOAA/NASA (a week in advance). Finally, GPS/TEC data indicate an increase in electron concentration 1-4 days before the earthquakes. Although the radon variations, some of satellite OLR and GPS/TEC anomalies were observed far (>2000km) from the epicenter areas, the anomalies were always inside the estimates of the Dobrovolsky-Bowman area of preparation. This finding provides new metrics in the assessment of pre-earthquake signals according to LAIC for both sea and land earthquakes possible only by integrating satellite and ground observations. A detailed summary of our approach to this study of pre-earthquake research has just been published as AGU/Wiley Geophysical Monograph Series No. 234.

Keywords: earthquake forecasting, pre-earthquake, LAIC, GPS/TEC, satellite thermal anomaly, radon

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Application of the ionospheric parameters on the seismic research --Seismic-ionospheric effect detected from China Seismo-Electromagnetic Satellite

*Rui Song[1], Hattori Katsumi[2], Xuemin Zhang[3]

1. Graduate School of Science and Engeering, Chiba University, 2. Graduate School of Science, Chiba University, 3. Institute of Earthquake Science, China Earthquake Administration

The ionosphere is located at the altitude of 60 kilometers above the earth surface and the top of the ionosphere is about 500km. Figure 1 shows the basic structure of the ionosphere, where D, E and F layers are all clearly concluded. In addition, F layer can be divided into F1 and F2 layers. F1 layers and D region always disppear in nighttime. The seismic-ionospheric research began in 1960s, when American scientists studied the Alaska M8.5 earthquake in 1964, they first found that the disturbance of plasma density before this earthquake. Since then, many researchers engaged in this field. Based on the promising seismic-ionospheric research, China government launched the Seismo-electromagnetic satellite, CSES for short, on February, 2018 for both the earthquake observation and geophysical research. As the data is available now, in this research we adopt the observed data from CSES. The basic information of this satellite is listed in Table 1. There are four consecutive shallow focus earthquakes in a short period in Indonesia during July to Augst, 2018, where Table 2 shows the detailed information about these four earthquakes, and figure 2 shows the specific locations of four epicenters on the map. As for the data sources, there are mainly three kinds of data. The first kind is the Ionospheric Electron density (Ne for short) from CSES satellite. Figure 3 shows the launch and flight status of CSES satellite where a total of 8 payloads concluded, and we adopted the electron density from Langmuir Probe PayloadIn this research. The second kind of data is Ne corresponding with the observed data from International Reference Ionosphere model 2016 (IRI 2016). The third kind is the global ionosphere map from CODE whose time resolution is 1 hour, spatial resolution is 2.5deg*5deg. We adopt these data to evaluate the reliability of the CSES satellite data. First, we used the following formula to calculate the percent disturbance of electron density from CSES satellite. After calculation, we found that there are mainly four significant anomalies on July 27, 31, August 07, and 14 respectively, shown as figure 3. Compared with the earthquake time listed in table 2, these four disturbances just happened before the four earthquakes, which maybe the seismic-ionospheric effect. And the red star in these figures represent the epicenter. After checking different kinds of space weather index, we can exclude that the disturbance is caused by space weather. As for the IRI 2016 model can be seen as the background data without any seismic factors, so we adopt the corresponding Ne from IRI model to evaluate the reliability of CSES data. From figure 4, it is clear the abnormal orbits in figure 3 also show the similar disturbance. As the orbit revisiting period is 5 days, figure 5 shows the comparison between the revisiting orbits of CSES on July 31 and August 14, the other two orbits go through the same location 5 or 10 days before. From this figure, the electron density shows obvious swelling on the abnormal days while the electron temperature shows the opposite trend. Then we used the grid data from CODE to calculate the disturbance about VTEC. Figure 6 (a) shows the percent disturbance of VTEC on August 1, 2018, from 5:00UT the abnormal around the epicenter is gradually increased, till 15:00UT the abnormal area disappeared. It is worth noting that the anomaly did not change with time, which means it is not triggered by sun activity. The percent disturbance of VTEC on Aug. 14, 2018 also shows the similar results from figure 6 (b). In the following research, we counted all the earthquakes that occurred in Indonesia over a 10-year period during 2007-2017 between 106.45 E-126.45 E and 8.3 S-1.7 N from USGS to check the anomalies of

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ionospheric vertical TEC from CODE. After selecting the earthquake accidents whose depth is less than 50km, and magnitude is greater than M5.8, there are a total of 35 earthquakes in the end, shown as figure 7. Figure 8 shows the statistical results of the count of TEC anomalies 15 days before and after these 35 earthquakes. It is obvious that 1-7 days before one earthquake in Indonesian region, the number of ionospheric parameter anomalies is more than other time.

Keywords: Seismic-ionospheric effect, Electron density, Total electron contents, CSES satellite

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ROC curve analyses on the ionospheric TEC of M>=6.0 earthquakes in Japan during 1998-2015

*JANN-YENQ Liu[1], Yuh-Ing Chen[2], Pei-Jung Lee[1]

1. Center for Astronautical Physics and Engineering; Graduate Institute of Space Science, National Central University, Taiwan, 2. Graduate Institute of Statistics, National Central University, Taiwan

To verify the pre-earthquake ionospheric anomaly (PEIA), statistical analyses are implemented on the relationship between the total electron content (TEC) of global ionosphere map (GIM) and M>=6.0 earthquakes in Japan during 1998-2018. A median-based method together with z test is employed to find the criteria and/or characteristics of TEC anomalies related to earthquakes. It is found that the GIM TEC over the Japan significantly increases 1-3 days before the earthquakes. The receiver operating characteristic (ROC) curve is used to compare the TEC anomaly-based method with some competitive alternatives for predicting the earthquakes under study. We find, based on possible TEC anomalies, that the observed PEIAs are significantly earthquake-related. Moreover, the results of regression analyses show that the PEIA strength is associated with the magnitude of earthquakes.

Keywords: pre-earthquake ionospheric anomaly (PEIA), total electron content (TEC), earthquake, receiver operating characteristic (ROC)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

FORMOSAT-5/AIP observes seismo-ionospheric precursors

*JANN-YENQ Liu[1], Chi-Kuang Chao[1]

1. Center for Astronautical Physics and Engineering; and Graduate Institute of Space Science, National Central University, TAIWAN

FORMOSAT-5 (F5) was launched at 18:51 UT (universal time) on 24 August 2017 with a sun-synchronous orbit at 720 km altitude and 98.28° inclination, which passes at almost the same local time everywhere in the daytime of about 10:30 LT and the nighttime of about 22:30 LT. It carries a primary payload, optical RSI (Remote Sensing Instrument), and a science payload, AIP (Advanced Ionospheric Probe), which are normally operating in the daytime and nighttime, respectively. The AIP mission is to monitor seismo-ionospheric precursors (SIPs) and observe ionospheric space weather. It is basically a multi-grid planar ion probe integrated with a planar Langmuir probe within a 10 cm ×10 cm aperture, which consists of Retarding Potential Analyzer (RPA), and Ion Drift Meter (IDM)/Ion Trap (IT) to maximize the total availability of ionospheric ion concentration (or density), ion velocities, and ion/electron temperatures at a sample rate up to 8192 Hz over a wide range of spatial scales in ionospheric plasma. The electroformed gold grids used has almost no hysteresis in sweeping current-voltage curves, and results in that the AIP can accurately probe plasma quantities in the ionosphere. The RPA and IDM/IT have been alternatively operating on every other orbit since end of October 2017. The RPA probes the ion density, while the IDM/IT derives the ion density and ion drift velocity. This paper combines in situ plasma measurements of F5/AIP and remote sensing of the TEC (total electron content) derived by ground-based GNSS (global navigation satellite system) receivers to three-dimensionally study SIPs of the 12 November 2017 M7.3 Iran-Iraq Border Earthquake and disturbances of ionospheric storms on 1 and 21 November 2017. The F5/AIP ion density is employed to confirm the SIP signatures and storm signatures being observed, while the F5/AIP ion velocity is employed to find electric fields associated with the SIPs and the ionospheric storms.

Keywords: FORMOSAT-5, AIP (Advanced Ionospheric Probe), seismo-ionospheric precursors

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 13:45 ~ 15:15 | 202 2F

[M-IS06] ジオパーク、ジオサイト、石造文化財の保存修復：風化プロセスとダメージアセスメント

コンビーナ:小口 千明(埼玉大学大学院理工学研究科)、藁谷 哲也(日本大学大学院理工学研究科)、目代 邦康(東北学院大学)、Magdalini Theodoridou(School of Engineering, Cardiff University)、座長:藁谷 哲也(日本大学大学院　理工学研究科)、目代 邦康(ジャパンジオサービス)

ジオパークや世界遺産、石造文化財など、価値の高い自然遺産や文化遺産は、地質学的時間スケールだけでなく、人間的時間スケールでも風化の影響を受け劣化に直面している。美しい景観や、地質材料である岩石や土を用いた価値ある文化財など、これらの遺産を保存するためには、保全対策について科学的な視点から考慮されなければならない。既に、地形学、地質工学、環境地質学、材料科学、岩石物理学、地球化学など、幅広い研究分野においてこのテーマについて、研究が進められている。本セッションは、ドキュメンテーション手法や事例、測定・モニタリング技術、実験的アプローチ、予測モデル、損傷評価（ダメージアセスメント）など、多方面からの研究発表を歓迎します。

13:45 ~ 14:00

[MIS06-01] 自然災害発生時におけるジオサイトの保全についてのジオパークの対応

*目代 邦康[1]、長谷川 修一[2] (1.日本ジオサービス株式会社、2.香川大学)

14:00 ~ 14:15

[MIS06-02] Physical and mechanical properties for damage assesment of Taya Cave rocks, central Japan

*小口 千明[1]、秋元 友理奈[2]、田村 裕彦[3]、坂根 海征[1] (1.埼玉大学大学院理工学研究科、2.埼玉大学工学部、3.田谷の洞窟保存実行委員会)

14:15 ~ 14:30

[MIS06-03] **多分野統合共同調査から地域づくりへ展開させる地下文化財「田谷の洞窟」保存活動の実践的試行**

★招待講演

*田村 裕彦[1,2]、小口 千明[4]、早川 裕弋[5,2]、小倉 拓郎[2]、緒方 啓介[6]、守田 正志[3] (1.田谷の洞窟保存実行委員会、2.東京大学空間情報科学研究センター、3.横浜国立大学大学院都市イノベーション学府・研究院、4.埼玉大学理工学研究科 環境科学・社会基盤部門、5.北海道大学大学院地球環境科学研究院、6.鶴見大学文学部文化財学科)

14:30 ~ 14:45

[MIS06-04] **Italian underground cultural heritage: from monitoring to enhancement**

★Invited Papers

*Mario Parise[1]、Tiziana Vitolo[2]、Roberta Varriale[2] (1.Univ. Aldo Moro, Dept. Earth and Environmental Sciences, Bari, Italy、2.CNR-ISSM, Italy)

14:45 ~ 15:00

[MIS06-05] アンコール遺跡を構成する砂岩ブロックの日射による風化の可能性

*藁谷 哲也[1] (1.日本大学大学院理工学研究科)

15:00 ~ 15:15

[MIS06-06] **Durability evaluation of pyroclastic rocks used in the historical built environment of Hungary**

*Luigi Germinario[1,2]、Ákos Török[1] (1.Budapest University of Technology and Economics, Hungary、2.Saitama University, Japan)

自然災害発生時におけるジオサイトの保全についてのジオパークの対応
Geopark's response to conservation of geosites from natural hazards

*目代 邦康[1]、長谷川 修一[2]
*Kuniyasu Mokudai[1], Shuichi Hasegawa[2]

1. 日本ジオサービス株式会社、2. 香川大学
1. Japan Geoservice Incorporated, 2. Kagawa Univ.

湿潤変動帯である日本列島においては，洪水や斜面崩壊，地震動など様々な自然災害が発生する．こうした自然災害はジオサイトの状態に大きく影響する．ジオパークは，自然災害発生時に活動を行うが，そのノウハウは蓄積されていない．四国西予ジオパークでは，2018年の西日本豪雨時には，ジオパーク事務局は行政としての災害復旧作業をする必要があった．そのため，ジオパークとしての情報発信やサイトの保全は困難であった．

キーワード：ジオパーク、地質遺産の保護、自然災害
Keywords: geopark, geoconservation, natural hazard

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Physical and mechanical properties for damage assesment of Taya Cave rocks, central Japan

*小口 千明[1]、秋元 友理奈[2]、田村 裕彦[3]、坂根 海征[1]
*Chiaki T. Oguchi[1], Yurina Akimoto[2], Yasuhiko TAMURA[3], Kaisei Sakane[1]

1. 埼玉大学大学院理工学研究科、2. 埼玉大学工学部、3. 田谷の洞窟保存実行委員会
1. Institute for Environmental Science and Technology, Graduate School of Science and Engineering, Saitama University, 2. Faculty of Engineering, Saitama University, 3. The Exective Committee for the Preservation of TAYA CAVERN

Taya cave, an artificial cave in a hill in south Yokohama, was excavated from the Kamakura period through the late Edo period. There are many sculptures and bas-reliefs on the surface of the cave wall made of soft rock which deposited in Pleistocene. Those sculptures has been suffering from weathering and deterioration, especially exfoliation of the wall and ceiling. In this study, for the purpose of conservation and restoration of sculptural murals, rock physical properties were investigated to assess the current situation. As a result, the possibility of surface exfoliation is considered to be affected by moisture difference, whereas the possibility of collapse of ceilings or floors between stairs becomes higher if too much water infiltrate.

キーワード：物理的性質、力学的性質、田谷洞窟
Keywords: Phisical property, Mechanical property, Taya Cave

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

多分野統合共同調査から地域づくりへ展開させる地下文化財「田谷の洞窟」保存活動の実践的試行

Interdisciplinary approaches on conservation of underground geoheritage for community development of Taya Cave and its adjacent area

*田村 裕彦[1,2]、小口 千明[4]、早川 裕弋[5,2]、小倉 拓郎[2]、緒方 啓介[6]、守田 正志[3]
*Yasuhiko TAMURA[1,2], Chiaki T. Oguchi[4], Yuichi S. Hayakawa[5,2], Takuro Ogura[2], OGATA KEISUKE[6], Masashi MORITA[3]

1. 田谷の洞窟保存実行委員会、2. 東京大学空間情報科学研究センター、3. 横浜国立大学大学院都市イノベーション学府・研究院、4. 埼玉大学理工学研究科 環境科学・社会基盤部門、5. 北海道大学大学院地球環境科学研究院、6. 鶴見大学文学部文化財学科
1. The Executive Committee for the Preservation of TAYA CAVERN , 2. The University of Tokyo, Center for Spatial Information Science, 3. Yokohama National University, Institute of Urban Innovation, 4. Saitama University, Graduate School of Science and Engineering, 5. Hokkaido University, Faculty of Environmental Earth Science, 6. Tsurumi University, The Department of Cultural Properties

1.はじめに

横浜市栄区田谷町にある真言宗定泉寺の境内の山中に「田谷の洞窟」と呼ばれる全長570ｍの地下文化財がある。この洞窟は、真言宗の修行洞窟であり、横浜市登録地域文化財である。約800年前の鎌倉時代にその起源があるとされ、三層構造の人工の素掘りのトンネルである。その内部には、300を超える美しい浮彫のレリーフが施されている。近年、この「田谷の洞窟」は、劣化風化による損傷が激しい。この地下文化財の3Dデジタルデータ保存を目的とした、多分野統合による基礎調査を実践的に進めている。これまでの実践的な試行からその効果と課題等を明らかにする。

2.背景

日本は口減少問題と直面する時代に入った。人間活動空間は「都市」と「農村」に大別され二項対立的に考え易いが、これらの中間に「都市近郊農村」と呼べる人間活動空間が存在している事を忘れてはならない。「都市近郊農村」は、「都市と農村の両問題」を抱え、多層的で実践的な「自立的地域力」の獲得が急務となる。本洞窟のある田谷町はまさに「都市近郊農村」であり、このような地下文化財が存在する事は、非常に強い地域力（良好なコンテンツ）の一つと言える。洞窟の未来を思考する事は、地域の在り方を思考する事と充分な相関関係があると言える。洞窟との地域共生の為に、実践的な試行を同時多層的に進め、多分野の専門家の異種交流議論を通し、都市近郊農村の新たな地域力（展望）を探る必要があると考えた。

3.多分野統合型の共同基礎調査の実践

多分野統合基礎調査は、「地盤・石造の劣化等の基礎調査（埼玉大学小口千明）」、「地理・地形・空間把握調査（北海道大学早川裕弋と東京大学小倉拓郎）」及び「文化財基礎調査（鶴見大学緒方啓介）」と共同基礎調査を実施し、地下文化財と都市近郊農村の地域共生に関する「地域資質調査（横浜国立大学守田）」を実施し、合計4分野の5大学研究機関と共同して実施している。

4.地域づくりへの展開（地域連携の実践）

近隣の公立小学校と大学が連携した「小大連携プロジェクト」として、小学6年生の地域学習の授業において、洞窟保存活動と研究者による専門的な授業を実施し、卒業制作を兼ねた洞窟保全検討に必要な巨大模型の製作による教育との連携による人づくりを実践している。また、地域イベントや報告会を通し地域啓蒙・アウトプットを実践している。大学研究者と地域社会が直接つながる場の提供による相乗効果を期待した試行を進めている。

5.効果と課題

これまでの多分野統合調査の様々な活動により、田谷の洞窟に対する地域の見方や感心に変化が生じ始め

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

た。小学校の教育現場との連携が大人に広がり始め、地域社会に望ましい変化がみられる。一方で、課題も挙げられる。第一に「地域と研究者との相互理解の向上」、第二に「地域の人的資源の確保」、第三に「面的な広がりを持つ啓蒙手法の確立」、第四に「多言語対応」、そして第五に「資金調達」である。

6.おわりに

これまでの多分野統合調査により、周辺環境と地下文化財保全が密接な関係である事が判明し、地下文化財保全の為に里山や農村風景の保全が重要である事が判った。今日的な研究が直接地域社会に貢献できることが実践された。一方、地域は地下文化財の希少性と重要性を再認識し始めており、各種メディアでも本活動が取り上げられる機会が増えた。これまでの試行により、今後も継続的に展開させていく必要性を確認できた。

キーワード：文化財保存、地下文化財、多分野共同調査、地域連携、小大連携、田谷の洞窟
Keywords: Preservation of cultural property, underground heritage, multi-field joint basic survey, regional cooperation, Elementary school - University collaboration, TAYA Cave

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Italian underground cultural heritage: from monitoring to enhancement

*Mario Parise[1], Tiziana Vitolo[2], Roberta Varriale[2]

1. Univ. Aldo Moro, Dept. Earth and Environmental Sciences, Bari, Italy, 2. CNR-ISSM, Italy

Italy is among the European countries with the highest number of artificial cavities, many of which represent a precious testimony of past civilizations and cultures, and of the continuous link between town development and the underground as well. The Italian underground has historically managed several environmental conflicts and social interactions, in both urban and rural settings. Nowadays the artificial cavities represent a significant segment within the local cultural heritage and have become in the last decades the object of strategic planning addressed towards their regeneration, valorization and public fruition. All these actions, however, need to be based on sound studies and researches aimed at evaluating the opportunity to open to the public sites that could potentially be unsafe. At this regard, monitoring plans and activities, and careful assessment of the susceptibility to failure and collapses, must be performed. Only after the stability conditions have been positively ascertained, underground sites might be considered for valorization, public visits and other activities.
In such a framework, we present in this contribution some case studies (including the underground tanks Cisternone in Formia, Latium, and Palombaro in Matera, Basilicata), also to describe their use at the time of realization, and to illustrate the related "sense of place". Environmental, social, historical and economic reconstructions have been carried out to generate and manage the knowledge of the places selected in order to facilitate their use and contribute to their development, in direct link with the cities where they are hosted. The methodology adopted aims at highlighting the cultural vitality and the identity of these places for the benefit of the local populations, and of tourists as well.

Keywords: artificial cavity, underground, stability, monitoring, enhancement

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

アンコール遺跡を構成する砂岩ブロックの日射による風化の可能性
Possibility of insolation weathering of sandstone blocks composing Angkor temples, Cambodia

*藁谷 哲也[1]
*Tetsuya Waragai[1]

1. 日本大学大学院理工学研究科
1. Graduate School of Science and Engineering, Nihon University

Angkor temples such as Angkor Wat and Bayon temples built from 9th to 13th century are mainly composed of sandstone blocks. However, as a result of tree cutting that has been proceeded to protect the temples from rootwedging processes, most of temples are exposed to direct insolation. Possibility of insolation weathering of the sandstone blocks are pointed out, since the sandstone blocks can keep high temperature condition during daytime. Therefore, this study carried out field experiments that expose a sandstone cylindrical specimen in a dry season as a trial experiment using an acoustic emission (AE) method that may detect microcracks in the specimen by temperature changes. The experiment was carried out at the test site of Angkor Wat temple by measuring surface temperatures and AE signals of the specimen in December 2018. As the results, the surface temperatures of the specimen were 51.5 ˚C in maximum and 20.8 ˚C in minimum, and diurnal difference was 30.3 ˚C. In addition, the maximum elevation rate of the temperature was 1.50 ˚C/min and the minimum descending rate of the temperature was -1.88 ˚C/min. Although the surface temperature measurement could not synchronize to the AE measurement, an AE signal that is 40% bigger than ordinal value, was detected at the time of 0.43 ˚C/min of the elevation rate of temperature. This is though that sandstone blocks maybe deteriorate due to temperature changes by insolation.

キーワード：アンコール遺跡、砂岩、日射風化、アコースティックエミッション
Keywords: Angkor temples, sandstone, insolation weathering, acoustic emission

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Durability evaluation of pyroclastic rocks used in the historical built environment of Hungary

*Luigi Germinario[1,2], Ákos Török[1]

1. Budapest University of Technology and Economics, Hungary, 2. Saitama University, Japan

Pyroclastic rocks of diverse composition have experienced a broad historical usage in the built environment of Hungary, especially from the Middle Ages. In the northern regions, for instance, acid ignimbrites have been widely used as building stones in monumental construction, e.g., churches and castles, Ottoman architectures like mosques and spas, as well as common dwellings. Their characterization reveals a small-scale inconstancy of their physico-mechanical performance and petrographic features, which affects weathering susceptibility. That involves most significantly porosity, pore-size distribution, and tensile strength, considering the technical properties; on the other hand, texture must be accounted for in terms of changing quantity and size of pumice clasts, phenocrysts, and crystals, and amount of the weak and porous groundmass. The behavior of the ignimbrites when subjected to artificial weathering, by freeze-thaw and salt attack tests, alters accordingly. The variability of open porosity represents the most important factor marking a possible dramatically diverse durability. It turns out to be proportional to water absorption, controlling the amount of infiltrating water or salt solutions, at the base of potential rock failure due to ice or salt crystallization. The sole high moisture may also lead to an extreme and hazardous deterioration of the mechanical properties. Finally, high porosity is correlated with low welding degree and, in turn, low strength. Such outcomes suggest criteria for evaluating the vulnerability of these volcanic rocks in cultural heritage, and directing reasonable material selections for stonework restorations.

Keywords: Stone decay, Freeze-thaw, Salt weathering, Petrophysical properties, Mechanical properties, Rhyolite tuff

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_19

[M-IS06] ジオパーク、ジオサイト、石造文化財の保存修復：風化プロセスとダメージアセスメント

コンビーナ:小口 千明(埼玉大学大学院理工学研究科)、藁谷 哲也(日本大学大学院理工学研究科)、目代 邦康(東北学院大学)、Magdalini Theodoridou(School of Engineering, Cardiff University)

ジオパークや世界遺産、石造文化財など、価値の高い自然遺産や文化遺産は、地質学的時間スケールだけでなく、人間的時間スケールでも風化の影響を受け劣化に直面している。美しい景観や、地質材料である岩石や土を用いた価値ある文化財など、これらの遺産を保存するためには、保全対策について科学的な視点から考慮されなければならない。既に、地形学、地質工学、環境地質学、材料科学、岩石物理学、地球化学など、幅広い研究分野においてこのテーマについて、研究が進められている。本セッションは、ドキュメンテーション手法や事例、測定・モニタリング技術、実験的アプローチ、予測モデル、損傷評価（ダメージアセスメント）など、多方面からの研究発表を歓迎します。

[MIS06-P01] The artistic qualities of religion reliefs in Taya-cave.Japan

*緒方 啓介[1] (1.鶴見大学)

[MIS06-P02] Effect of stress concentration on the Weathering Mechanism of Sandstone Pillars of Angkor Wat, Cambodia by means of numerical simulation

*竹村 貴人[1]、藁谷 哲也[2] (1.日本大学文理学部地球科学科、2.日本大学文理学部地理学科)

[MIS06-P03] 巨大な斜面変動の痕跡を保存する意義

*目代 邦康[1]、佐藤 英和[2] (1.日本ジオサービス株式会社、2.栗駒山麓ジオパーク推進協議会)

The artistic qualities of religion reliefs in Taya-cave.Japan

*緒方 啓介[1]
*OGATA KEISUKE[1]

1. 鶴見大学
1. TSURUMI UNIVERSITY

The Yaya-csve is located within the Jōsenji-Temle in Taya Town,Sakae ward,Yokohama-shi,Kanagawa Prefecture.The cave is called“Yuga-dou”,which is thought to be the present form in the Edo period, when the Kamakura period entered monks drills as a training ground. As for the religious relief carved in the cave, it is presumed from the record of “Koukoku-chishi” that it was produced for about 20years from 1842 to1862. In addition, “Sekiguchi diary” contains articles on visiting caves in 1859.

Subjects of reliefs are divided into the following areas in order of the route, and about 300 are engraved over 250 meters in total length.

First area:A and Un lions, Up and Doun dragon, Gold wing bird. Ceiling family crest.

Second area:Zodiac image. Ceiling three bats.

Third area:Chichibu 33 Kannon sacred place. Karyou-binga.

Fourth area:Asahina-benzaiten.

Fifth area:Saigoku 33 Kannon sacred place.

Sixth area:Sone Tenman-gū shrine and Takasago pine.

Seventh area:Yakuyoke Kobō-daishi master.

Eighth area:Taizōkai-shugi-mandala. Ceiling crane hemp leaf pattern.

Ninth area:Ichigan Kobō-daishi master. Shikoku 88 sacred place.

Tenth area:Shikoku 88 sacred place. 49in-shugi-mandala. Four Gorin tower.

Eleventh area:Godai-myouou.

Twelfth area:Water Kobō-daishi master. Sadasan one Turtle. Kouya-san Ishidoumaru. Unchū-kuyou bodhisattva.

Thirteenth area:18Rakan.

Fourteenth area:Iwaya-Fudou.

Fifteenth area:Bandou 33 Kannon sacred place.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Regrading the style, religious subjecks such as the Saigoku, bandou, Chichibu 33 Kannon sacred place, Shikoku 88 sacred place and shugi-mandala are also perfunctory aspects, but“Sone Tenman-gū shrine and Takasago pine” and“Sadasan one Turtle”and 18-Rakan etc are the sculptures with high artistic and strong paintertly elements.

The faith in the 18th century was diverse, especially the common people went around the whole countey sacred place. Also for each of those who can not visit the sacred place a mini sacred place of each sacred place was established in various places. The Taya-cave near the Tokaido must also have collected the faith of the common people as a mini sacred place.

Taya-cave is currently designated as a registered cultural property of Yokohama City as a historic site in 1990. However, due to years of deterioration, it is becoming difficult to preserve and maintain the current situation. Therefore, in 2017 the Taya-cave preservation execution committee was established, we aim to conduct a basic survey in each department of cultural property, engineering and environmental studies, revalidate its value, preserve it as VR digital data in the future, to make it public and utilize.
In 2018, under the auspices of the Japan Society for the Promotion of Science(JSPS), collaborative research with the Italian ISSM/CNR Laboratory began, and in 2019 the research was continued with the subsidy of the Asahi Shimbun Cultural Foundation.

キーワード：定泉寺の歴史と田谷洞窟、田谷洞窟の宗教レリーフの制作時期、田谷洞窟の宗教レリーフの種類と芸術性、18世紀における日本の庶民信仰の形態、田谷洞窟の保存と今後の活用
Keywords: History of Jōsenji-Temle and Taya-cave., On the time of religion haut-reliefs prodactionin Taya-cave., Types and artistic religious reliefs in Taya-cave., From of common people’s belief in Japan in the 18th century., Preservation of Taya-cave and its future use.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Effect of stress concentration on the Weathering Mechanism of Sandstone Pillars of Angkor Wat, Cambodia by means of numerical simulation

*竹村 貴人[1]、藁谷 哲也[2]
*Takato Takemura[1], Tetsuya Waragai[2]

1. 日本大学文理学部地球科学科、2. 日本大学文理学部地理学科
1. Nihon Univ., 2. Nihon University

Since Angkor Wat is located in a tropical monsoon climate, the sandstone building materials are strongly affected by weathering related to high temperatures, heavy rainfall and intense solar radiation. Weathering damage can be observed on a number of pillars, however, the outer pillars exhibit little weathering damage compared to the inner pillars, even though the outer pillars are more exposed to the rain and sunlight than the inner pillars. To understand the effect of stress concentration on the weathering sandstone pillars, we carried out the measurement of the degree of weathering damage of pillars, in-situ measurement of humidity and temperature change near the pillar and the numerical simulation for structural analysis.As a result, the weathering damage is not necessarily only due to the wetting-drying cycle. Since relatively large compressive stress is applied to the base of the inner pillar where the weathering damage is large, therefore, the weathering rate could be accelerated by the compressive stress concentration.

キーワード：アンコールワット、応力集中
Keywords: Angkor Wat, Stress concentration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

巨大な斜面変動の痕跡を保存する意義
Meaning to preserve evidence of large scale landslide

*目代 邦康[1]、佐藤 英和[2]
*Kuniyasu Mokudai[1], Hidekazu Sato[2]

1. 日本ジオサービス株式会社、2. 栗駒山麓ジオパーク推進協議会
1. Japan Geoservice Incorporated, 2. Mt. Kurikoma Area Geopark

日本列島は山地地形が多く，そこでの自然災害も多い．山地における斜面形成過程を，非専門家に伝えるためには，地すべり・崩壊の可視化が必要となる．栗駒山麓ジオパークでは，大規模地すべり地形の保全と教育や情報発信の活動をこれまで行ってきた．地すべりという斜面災害の原因となる現象を保全するためには，対象となるものの科学的な理解とともに関係者の自然観の再構築が必要となる．

キーワード：巨大地すべり、ジオパーク、地質遺産の保護
Keywords: large scale landslide, geopark, geoconservation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_36

[M-IS06] ジオパーク、ジオサイト、石造文化財の保存修復：風化プロセスとダメージアセスメント

コンビーナ:小口 千明(埼玉大学大学院理工学研究科)、藁谷 哲也(日本大学大学院理工学研究科)、目代 邦康(東北学院大学)、Magdalini Theodoridou(School of Engineering, Cardiff University)

ジオパークや世界遺産、石造文化財など、価値の高い自然遺産や文化遺産は、地質学的時間スケールだけでなく、人間的時間スケールでも風化の影響を受け劣化に直面している。美しい景観や、地質材料である岩石や土を用いた価値ある文化財など、これらの遺産を保存するためには、保全対策について科学的な視点から考慮されなければならない。既に、地形学、地質工学、環境地質学、材料科学、岩石物理学、地球化学など、幅広い研究分野においてこのテーマについて、研究が進められている。本セッションは、ドキュメンテーション手法や事例、測定・モニタリング技術、実験的アプローチ、予測モデル、損傷評価（ダメージアセスメント）など、多方面からの研究発表を歓迎します。

[MIS06-P01] The artistic qualities of religion reliefs in Taya-cave.Japan

*緒方 啓介[1] (1.鶴見大学)

[MIS06-P02] Effect of stress concentration on the Weathering Mechanism of Sandstone Pillars of Angkor Wat, Cambodia by means of numerical simulation

*竹村 貴人[1]、藁谷 哲也[2] (1.日本大学文理学部地球科学科、2.日本大学文理学部地理学科)

[MIS06-P03] 巨大な斜面変動の痕跡を保存する意義

*目代 邦康[1]、佐藤 英和[2] (1.日本ジオサービス株式会社、2.栗駒山麓ジオパーク推進協議会)

The artistic qualities of religion reliefs in Taya-cave.Japan

*緒方 啓介[1]
*OGATA KEISUKE[1]

1. 鶴見大学
1. TSURUMI UNIVERSITY

The Yaya-csve is located within the Jōsenji-Temle in Taya Town,Sakae ward,Yokohama-shi,Kanagawa Prefecture.The cave is called“Yuga-dou”,which is thought to be the present form in the Edo period, when the Kamakura period entered monks drills as a training ground. As for the religious relief carved in the cave, it is presumed from the record of “Koukoku-chishi” that it was produced for about 20years from 1842 to1862. In addition, “Sekiguchi diary” contains articles on visiting caves in 1859.

Subjects of reliefs are divided into the following areas in order of the route, and about 300 are engraved over 250 meters in total length.

First area:A and Un lions, Up and Doun dragon, Gold wing bird. Ceiling family crest.

Second area:Zodiac image. Ceiling three bats.

Third area:Chichibu 33 Kannon sacred place. Karyou-binga.

Fourth area:Asahina-benzaiten.

Fifth area:Saigoku 33 Kannon sacred place.

Sixth area:Sone Tenman-gū shrine and Takasago pine.

Seventh area:Yakuyoke Kobō-daishi master.

Eighth area:Taizōkai-shugi-mandala. Ceiling crane hemp leaf pattern.

Ninth area:Ichigan Kobō-daishi master. Shikoku 88 sacred place.

Tenth area:Shikoku 88 sacred place. 49in-shugi-mandala. Four Gorin tower.

Eleventh area:Godai-myouou.

Twelfth area:Water Kobō-daishi master. Sadasan one Turtle. Kouya-san Ishidoumaru. Unchū-kuyou bodhisattva.

Thirteenth area:18Rakan.

Fourteenth area:Iwaya-Fudou.

Fifteenth area:Bandou 33 Kannon sacred place.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Regrading the style, religious subjecks such as the Saigoku, bandou, Chichibu 33 Kannon sacred place, Shikoku 88 sacred place and shugi-mandala are also perfunctory aspects, but“Sone Tenman-gū shrine and Takasago pine” and“Sadasan one Turtle”and 18-Rakan etc are the sculptures with high artistic and strong paintertly elements.

The faith in the 18th century was diverse, especially the common people went around the whole countey sacred place. Also for each of those who can not visit the sacred place a mini sacred place of each sacred place was established in various places. The Taya-cave near the Tokaido must also have collected the faith of the common people as a mini sacred place.

Taya-cave is currently designated as a registered cultural property of Yokohama City as a historic site in 1990. However, due to years of deterioration, it is becoming difficult to preserve and maintain the current situation. Therefore, in 2017 the Taya-cave preservation execution committee was established, we aim to conduct a basic survey in each department of cultural property, engineering and environmental studies, revalidate its value, preserve it as VR digital data in the future, to make it public and utilize.
In 2018, under the auspices of the Japan Society for the Promotion of Science(JSPS), collaborative research with the Italian ISSM/CNR Laboratory began, and in 2019 the research was continued with the subsidy of the Asahi Shimbun Cultural Foundation.

キーワード：定泉寺の歴史と田谷洞窟、田谷洞窟の宗教レリーフの制作時期、田谷洞窟の宗教レリーフの種類と芸術性、18世紀における日本の庶民信仰の形態、田谷洞窟の保存と今後の活用
Keywords: History of Jōsenji-Temle and Taya-cave., On the time of religion haut-reliefs prodactionin Taya-cave., Types and artistic religious reliefs in Taya-cave., From of common people’s belief in Japan in the 18th century., Preservation of Taya-cave and its future use.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Effect of stress concentration on the Weathering Mechanism of Sandstone Pillars of Angkor Wat, Cambodia by means of numerical simulation

*竹村 貴人[1]、藁谷 哲也[2]
*Takato Takemura[1], Tetsuya Waragai[2]

1. 日本大学文理学部地球科学科、2. 日本大学文理学部地理学科
1. Nihon Univ., 2. Nihon University

Since Angkor Wat is located in a tropical monsoon climate, the sandstone building materials are strongly affected by weathering related to high temperatures, heavy rainfall and intense solar radiation. Weathering damage can be observed on a number of pillars, however, the outer pillars exhibit little weathering damage compared to the inner pillars, even though the outer pillars are more exposed to the rain and sunlight than the inner pillars. To understand the effect of stress concentration on the weathering sandstone pillars, we carried out the measurement of the degree of weathering damage of pillars, in-situ measurement of humidity and temperature change near the pillar and the numerical simulation for structural analysis.As a result, the weathering damage is not necessarily only due to the wetting-drying cycle. Since relatively large compressive stress is applied to the base of the inner pillar where the weathering damage is large, therefore, the weathering rate could be accelerated by the compressive stress concentration.

キーワード：アンコールワット、応力集中
Keywords: Angkor Wat, Stress concentration

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

巨大な斜面変動の痕跡を保存する意義
Meaning to preserve evidence of large scale landslide

*目代 邦康[1]、佐藤 英和[2]
*Kuniyasu Mokudai[1], Hidekazu Sato[2]

1. 日本ジオサービス株式会社、2. 栗駒山麓ジオパーク推進協議会
1. Japan Geoservice Incorporated, 2. Mt. Kurikoma Area Geopark

日本列島は山地地形が多く，そこでの自然災害も多い．山地における斜面形成過程を，非専門家に伝えるためには，地すべり・崩壊の可視化が必要となる．栗駒山麓ジオパークでは，大規模地すべり地形の保全と教育や情報発信の活動をこれまで行ってきた．地すべりという斜面災害の原因となる現象を保全するためには，対象となるものの科学的な理解とともに関係者の自然観の再構築が必要となる．

キーワード：巨大地すべり、ジオパーク、地質遺産の保護
Keywords: large scale landslide, geopark, geoconservation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 9:00 ~ 10:30 | 201A 2F

[M-IS07] アストロバイオロジー

コンビーナ:薮田 ひかる(広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻)、杉田 精司(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、深川 美里(国立天文台)、藤島 皓介(東京工業大学地球生命研究所)、座長:薮田 ひかる(広島大学大学院 理学研究科)、杉田 精司(東京大学大学院 理学系研究科)、深川 美里(名古屋大学大学院 理学研究科)、藤島 皓介(ELSI 地球生命研究所)

様々な分野を横断し、宇宙における生命の起源と進化、生命存在可能性の解明を目的とするアストロバイオロジーが発祥して20年。太陽系物質進化、惑星系形成、初期地球の前生物的化学、地球と生命の共進化、極限環境生物、ハビタブルな惑星環境、といった個々のテーマが複数分野の知見や手法で研究されるようになり、「我々はどこから来たか」を或る幾つかの形では示すことができるようになってきた。しかし、最終的には成し遂げるべき、挑戦的な領域が残っている。それは、地球惑星環境で生じた非生物的な物質は、どのように生命機能を獲得したのか？　生命の起源に至る、または、生命存在可能な条件を満たす、有機化学と生化学の接点には未だに隔たりが大きい。そこで、これからのJpGUアストロバイオロジーセッションでは、これまで以上の取り組みが重要と考えられる「天文学、地球科学、生化学の融合」を模索し、この未知領域の開拓に臨む。例えば系外惑星と分子進化など、試験管の中の知見を超えた、”場”と対応づけた生化学的・分子生物学的な事象を議論し「生命とはなにか」の理解に近づけ、将来の宇宙生命探査に必要な非生命と生命の識別法の議論や開発に繋げる。

9:00 ~ 9:20

[MIS07-06] How to find and characterize nearby habitable exoplanets

★Invited Papers

*成田 憲保[1] (1.アストロバイオロジーセンター)

9:20 ~ 9:40

[MIS07-07] **Organic Matter Preserved in Mudstones of a 3-Billion-Year-Old Lake Deposit in Gale Crater, Mars**

★Invited Papers

*Jennifer L Eigenbrode[1]、Roger E Summons[2]、Andrew Steele[3]、Caroline Freissinet[4]、Maëva Millan[5]、Rafael Navarro-González[6]、Paul Mahaffy[1] (1.NASA Goddard Space Flight Center、2.Massachusetts Institute of Technology、3.Carnegie Institution of Washington、4.Institut Pierre Simon Laplace, CNRS、5.Georgetown University、6.Universidad Nacional Autónoma de México)

9:40 ~ 9:55

[MIS07-08] **The third year sample return of Tanpopo: Capture and Exposure Experiment of Micrometeorite and Microbes on Exposure Facility of International Space Station**

*山岸 明彦[1]、Hashimoto Hirofumi[2]、Yano Hajime[2]、Yokobori Shin-ichi[3]、Kobayashi Kensei[4]、Mita Hajime[5]、Yabuta Hikaru[6]、Higashide Masumi[7]、Tabata Makoto[8]、Kawai Hideyuki[8]、Imai Eiichi[9] (1.Tokyo University of Pharmacy and Life Science, Department of Molecular Biology、2.ISAS/JAXA, Sagamihara, Japan、3.Tokyo University of Pharmacy and Life Science, Tokyo, Japan、4.Yokohama National University, Yokohama, Japan、5.Fukuoka Institute of Technology, Fukuoka, Japan、6.Hiroshima University, Hirosima, Japan、7.Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), Tokyo, Japan、8.Chiba University, Chiba, Japan、9.Nagaoka University of Technology, Nagaoka, Japan)

9:55 ~ 10:10

[MIS07-09] 低温度周りに適応可能な光合成色素の理論的探索：中心金属による物理化学的特性の調整

*小松 勇[1,2]、滝澤 謙二[1,3] (1.アストロバイオロジーセンター 、2.国立天文台、3.基礎生物学研究所)

10:10 ~ 10:25

[MIS07-10] 地球類似惑星の気候安定性とハビタビリティにおける炭化水素エアロゾルの影響

*渡辺 泰士[1]、田近 英一[1]、尾崎 和海[2]、洪 鵬[3] (1.東京大学、2.東邦大学、3.千葉工業大学)

10:25 ~ 10:30
Discussion

How to find and characterize nearby habitable exoplanets

*成田 憲保[1]
*Norio Narita[1]

1. アストロバイオロジーセンター
1. Astrobiology Center

In this review, I will summarize previous and ongoing efforts to find habitable exoplanets in the vicinity of the Solar system and future prospects to characterize such planets with next generation telescopes and instruments. In addition, I will talk about the importance and some examples of interdisciplinary studies of astrobiology to consider future missions.

キーワード：系外惑星、アストロバイオロジー
Keywords: Exoplanets, Astrobiology

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Organic Matter Preserved in Mudstones of a 3-Billion-Year-Old Lake Deposit in Gale Crater, Mars

*Jennifer L Eigenbrode[1], Roger E Summons[2], Andrew Steele[3], Caroline Freissinet[4], Maëva Millan[5], Rafael Navarro-González[6], Paul Mahaffy[1]

1. NASA Goddard Space Flight Center, 2. Massachusetts Institute of Technology, 3. Carnegie Institution of Washington, 4. Institut Pierre Simon Laplace, CNRS, 5. Georgetown University, 6. Universidad Nacional Autónoma de México

In situ analyses of lake-deposited mudstones of the Murray formation at Pahrump Hills, Gale crater, Mars show the presence of aliphatic, aromatic, and sulfur-bearing organic gases upon heating to 500-860˚C, as detected by the Sample Analysis at Mars (SAM) instrument suite on the Mars Science Laboratory's (MSL's) Curiosity rover. Organic-sulfur compounds, including thiophenes, dimethylsulfide and thiols were identified by gas chromatography-mass spectrometry (GCMS) and observed in evolved gas analyses (EGA). Other aromatic and aliphatic hydrocarbon components were also indicated by EGA. The distributions of organic molecules observed were specific to samples and cannot be from SAM's instrument background. The temperatures these organic volatiles were released is consistent with the pyrolytic cleavage of organic fragments from large molecules (macromolecules) indigenous to the mudstones. Some portion may also be derived from the thermal release of organics entrained within minerals.

The release of organic-sulfur compounds occurs at high temperatures in the SAM oven; thus, these compounds are most likely derived from sulfurized organics in the sediments and are not an artifact of sulfurization reactions in the oven. On Earth, sulfurization is a key process that facilitates organic matter preservation over geological time-scales by transforming individual organic molecules into recalcitrant macromolecules. Organic matter at the base of the Murray formation probably underwent sulfurization prior to deposition or during early diagenesis. Multiple factors likely contribute to the organic preservation in the Gale crater mudstones, however, sulfurization may be largely responsible for the greater abundance and the molecular diversity observed in the lower Murray formation.

Keywords: Mars, organic matter, lacustrine, Curiosity rover, Mars Science Laboratory (MSL) mission, Sample Analysis at Mars (SAM)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The third year sample return of Tanpopo: Capture and Exposure Experiment of Micrometeorite and Microbes on Exposure Facility of International Space Station

The third year sample return of Tanpopo: Capture and Exposure Experiment of Micrometeorite and Microbes on Exposure Facility of International Space Station

*山岸 明彦[1]、Hashimoto Hirofumi[2]、Yano Hajime[2]、Yokobori Shin-ichi[3]、Kobayashi Kensei[4]、Mita Hajime[5]、Yabuta Hikaru[6]、Higashide Masumi[7]、Tabata Makoto[8]、Kawai Hideyuki[8]、Imai Eiichi[9]

*Akihiko Yamagishi[1], Hirofumi Hashimoto[2], Hajime Yano[2], Shin-ichi Yokobori[3], Kensei Kobayashi[4], Hajime Mita[5], Hikaru Yabuta[6], Masumi Higashide[7], Makoto Tabata[8], Hideyuki Kawai[8], Eiichi Imai[9]

1. Tokyo University of Pharmacy and Life Science, Department of Molecular Biology、2. ISAS/JAXA, Sagamihara, Japan、3. Tokyo University of Pharmacy and Life Science, Tokyo, Japan、4. Yokohama National University, Yokohama, Japan、5. Fukuoka Institute of Technology, Fukuoka, Japan、6. Hiroshima University, Hirosima, Japan、7. Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), Tokyo, Japan、8. Chiba University, Chiba, Japan、9. Nagaoka University of Technology, Nagaoka, Japan

1. Tokyo University of Pharmacy and Life Science, Department of Molecular Biology, 2. ISAS/JAXA, Sagamihara, Japan, 3. Tokyo University of Pharmacy and Life Science, Tokyo, Japan, 4. Yokohama National University, Yokohama, Japan, 5. Fukuoka Institute of Technology, Fukuoka, Japan, 6. Hiroshima University, Hirosima, Japan, 7. Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), Tokyo, Japan, 8. Chiba University, Chiba, Japan, 9. Nagaoka University of Technology, Nagaoka, Japan

Purpose of Tanpopo mission

Tanpopo, a dandelion in Japanese, is a plant species whose seeds with floss are spread by wind. We proposed this mission to examine possible interplanetary migration of microbes, and organic compounds at the Exposure Facility of Japan Experimental Module (JEM: KIBO) of the International Space Station (ISS).

We are testing the panspermia hypothesis, which proposes the interplanetary transfer of life. We are also testing if the organic compound may be transferred from space before the origin of life on the earth.

The Tanpopo mission consists of six subthemes: Capture of microbes in space (Subtheme 1), exposure of microbes in space (Subtheme 2), analysis of organic compounds in interplanetary dust (Subtheme 3), exposure of organic compounds in space (Subtheme 4), measurement of space debris at the ISS orbit (Subtheme 5), and evaluation of ultra low-density aerogel developed for the Tanpopo mission (Subtheme 6).

Apparatus developed for Tanpopo mission

We have developed two types of apparatus used for Tanpopo mission: Capture Panels for aerogel to capture micro-particles and Exposure Panels for exposure of microbes and organic materials.

Each Capture Panel contains a silica aerogel block in an aluminum mesh container. Silica aerogel, which is the lowest density solid material, is used to capture micro particles, which may include, micrometeorite, artificial space debris and earth-originated natural particles. We are going to analyze if the particles contain terrestrial microbial cells or not, and if the micrometeorite contains organic

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

compounds or not.

Exposure Panels have been developed to expose microbes and organic compounds to the space environment. Several microbial species including, *Deinococcus radiodurans, Deinococcus aerius, Deinococcus aetherius, Nostoc sp., Schizosaccharomyces pombe,* have been exposed to the space environment. These species are expected to be resistant against space environment, vacuum, desiccation, temperature-cycle, UV and ionization radiation. We have tested the survival of these species after one-, two- and three-year exposure in space. Organic compound such as amino acids and the precursors have also been exposed.

Schedule of Tanpopo mission

Tanpopo apparatus was launched in April 2015. The Panels were placed on the Exposed Experiment Handrail Attachment Mechanism (ExHAM) in the ISS. The ExHAM with Panels were placed on the Exposure Facility of KIBO (JEM) with the Japanese robotic arms through the airlock of KIBO in May 2015.

The first set of Capture Panels and an Exposure Panel were retrieved in June 2016, contained in plastic bags, and stored in the pressurized area of the International Space Station. They have returned to the ground in the space capsule, and returned to JAXA in September 2016. The second set of Capture Panels and an Exposure Panel were detached in July 2017 and returned to JAXA in October 2017. The third set were detached in June 2018, the Exposure Panel and the Capture Panels were returned to JAXA in September 2018 and in February 2019, respectively.

Exposure Panel was separated into Exposure Units, each harboring either microbe or organic compound was handed over to the scientist in charge of each microbe or organic compound. Some of the Units are dedicated to the UV or radiation dose measurement.

Each aerogel block of each Capture Panel was examined for the particles captured and the tracks made upon the impact, which were extracted from the aerogel block and handed over to the scientists. The analysis includes, fluorescence microscopic inspection to test if there are microbial cells or not. Particles and tracks will be used for the mineral analysis as well as the analysis of organic compounds.

The first report has been published and the following results will be reported.

References: 1) A. Yamagishi, et al. “TANPOPO: astrobiology exposure and micrometeoroid capture experiments.” International Symposium on Space Technology and Science (ISTS) Web Paper Archives. 2008-k-05 , 2008. 2) Y. Kawaguchi, et a. “Investigation of the interplanetary transfer of microbes in the Tanpopo mission at the Exposed Facility of the International Space Station,” *Astrobiolgy* Vol. 16, pp. 1-14, 2016 .

3) A. Yamagishi, et al. Environmental data and survival data of *Deinococcus aetherius* from the Exposure Facility of the Japan Experimental Module of the International Space Station obtained by the Tanpopo Mission. *Astrobiology* Vol. 18, pp. 1369-1374., 2018.

キーワード：宇宙塵、微生物、有機物、デブリ、エアロゲル
Keywords: Micrometeotite, Microbes, Organics, Debris, Aerogel

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

低温度周りに適応可能な光合成色素の理論的探索：中心金属による物理化学的特性の調整

Theoretical search for photosynthetic pigments applicable around low temperature stars: Modulation of physical-chemical properties by central metals

*小松 勇[1,2]、滝澤 謙二[1,3]
*Yu Komatsu[1,2], Kenji Takizawa[1,3]

1. アストロバイオロジーセンター 、2. 国立天文台、3. 基礎生物学研究所
1. Astrobiology Center, 2. National Astronomical Observatory of Japan, 3. National Institute for Basic Biology

A lot of extrasolar planets have been discovered in the habitable zone, and the number of samples will be increasing in future. In order to discover planets which harbour lives, it will be a significant achievement to identify potential biosignatures, which are traces of life from planetary spectra. Gaseous molecules such as oxygen and ozone and spectral features in surface vegetation called as "vegetation red edge (VRE)" are considered as biosignatures. In current observations, planets around M dwarfs, lower temperature stars than the Sun, have been focused, and there are large uncertainties in how assumed photosynthetic organisms evolve in the planets and how they would exhibit spectral features. Recently, it has been shown that the Earth-type photosynthesis can be evolved even around M dwarfs, considered lighting conditions in shallow water and how phototrophs can adapt to it (Takizawa, K., et al.: 2017, *Scientific Reports*, **7**, 7561). Moreover, an interesting example has been discovered that a cyanobacteria, which are categorized into oxygenic photosynthetic bacteria, becomes to utilize longer wavelength radiation for photochemistry than previously known, after grown under near infrared light, 750 nm (Nürnberg, D. J. et al.: 2018, *Science*, **360**, 1210.). Accumulating such knowledges and benchmarks from various points of view would lead to implications for future observations.

We investigate thoroughly by quantum chemical calculations the properties of photosynthetic pigments like and artificial pigments which might form on early Earth or other planets to unravel the red limit of the pigment. Photosynthetic pigments play a central role to convert available light energies into chemical energies. Chlorophyll has a tetrapyrrole ring with a metal ion such as Mg in the center of the ring. The ring structure can encapsulate a variety of metals to have a modulation of physical-chemical properties. Starting with the tetrapyrrole, we search for the pigments which are applicable around M dwarfs by calculating their basic structures, functional groups, central metals and solvents to determine the absorption wavelength and other properties. At first, we focused on the role of the central metal. Metals *M={H2, Mg, Ca, Ni, Cu, Zn, Sr, Cd, Hg, Pb, ...}* are put in the center of rings and are evaluated. According to our calculations, the wavelength of the first excited state is slight long in *M=Ni* in chlorophylls *a* and *b* and bacteriochlorophylls *a* and *b*. Additionally, binding eneries for metals into the rings in solvent conditions, molecular orbitals and reactivities (ionization potential and electron affinity) are analyzed for each pigment.

キーワード：太陽系外惑星、バイオマーカー、光合成、量子化学
Keywords: Extrasolar planet, Biosignatures, Photosynthesis, Quantum Chemistry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

地球類似惑星の気候安定性とハビタビリティにおける炭化水素エアロゾルの影響

Effects of the formation of hydrocarbon aerosols on the climate stability of Earth-like planets and their habitability

*渡辺 泰士[1]、田近 英一[1]、尾崎 和海[2]、洪 鵬[3]
*Yasuto Watanabe[1], Eiichi Tajika[1], Kazumi Ozaki[2], Peng Hong[3]

1. 東京大学、2. 東邦大学、3. 千葉工業大学
1. The University of Tokyo, 2. Toho University, 3. Chiba Institute of Technology

It is known that the haze particles composed of hydrocarbons can form in an anoxic atmosphere in which the CH_4/CO_2 ratio exceeds the critical level (~0.2), as observed in Titan's atmosphere. The haze particles have characteristic optical properties that could affect the planetary climate as discussed in the context of the anoxic early Earth before the rise of atmospheric oxygen owing to the activity of oxygen-producing photosynthetic bacteria. Under low pO_2 condition, CO_2 and CH_4 can be photochemically broken up to form CO, and the excess CO reacts with OH radical to form CO_2. If primitive anaerobic microbial ecosystem exists on the Earth-like planet as in the early Earth, it can also affect the balance between CO_2, CH_4, and CO. Primitive marine microbial ecosystem may produce CH_4 to the atmosphere-ocean system via methanogenesis. The primitive microbial ecosystem consumes CO_2 from the atmosphere-ocean system via anoxygenic photosynthesis, but it also provides CO_2 via decomposition of organic matters and methanogenesis, and/or other abiotic processes. This implies that the balance between CO_2, CH_4, and CO in the early Earth must have been significantly different from that at present. Photochemical reactions and biological processes in the ocean may affect the stability of the planetary climate through the formation of the haze particles.

Here we developed a coupled atmospheric photochemistry-marine microbial ecosystem-global carbon cycle model to explore how the atmospheric photochemistry and the primitive marine microbial ecosystem can affect the carbon cycle and CO_2 budget on the Earth-like planet. We found that when the primitive biosphere produces large CH_4 flux (~10^{11} cm^{-2} s^{-1}), OH radicals should be consumed in the lower atmosphere through the reaction with CH_4. As a result, the reaction between CO and OH, which produces CO_2, cannot compensate the photolysis of CO_2 in the upper atmosphere. This means that photochemical reactions may work as a net CO_2 consumption process in the atmosphere-ocean system. The excess CO in the atmosphere is considered to have been converted to CO_2 and CH_4 through the CO-using chemosynthesis and methanogenesis in the oceans on the early Earth. Therefore, marine microbial reactions can work as a net CO_2 production process in the atmosphere-ocean system. We also found that, when the CO_2 level is so low that the hydrocarbon haze can form, the photochemical net consumption of CO_2 exceeds the biospheric net production. In this case, CO_2 is removed from the atmosphere-ocean system as the haze particle. As a result, the climate with the hydrocarbon haze should be unstable, and the climate is expected to change to the snowball state with low pCO_2 or to the hot climate state (> ~310 K on the CO_2 degassing rate of the present Earth) with high pCO_2 and pCH_4 on the planets with anoxic environment and primitive microbial ecosystem in the ocean.

Our result would put a theoretical constraint on the existence of life on extrasolar Earth-like planets and their habitability.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：ハビタビリティ、気候安定性
Keywords: Habitability, Climate stability

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | 201A 2F

[M-IS07] アストロバイオロジー

コンビーナ:薮田 ひかる(広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻)、杉田 精司(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、深川 美里(国立天文台)、藤島 皓介(東京工業大学地球生命研究所)、座長:藤島 皓介(ELSI 地球生命研究所)、深川 美里(名古屋大学大学院 理学研究科)、杉田 精司(東京大学大学院 理学系研究科)、薮田 ひかる(広島大学大学院 理学研究科)

様々な分野を横断し、宇宙における生命の起源と進化、生命存在可能性の解明を目的とするアストロバイオロジーが発祥して20年。太陽系物質進化、惑星系形成、初期地球の前生物的化学、地球と生命の共進化、極限環境生物、ハビタブルな惑星環境、といった個々のテーマが複数分野の知見や手法で研究されるようになり、「我々はどこから来たか」を或る幾つかの形では示すことができるようになってきた。しかし、最終的には成し遂げるべき、挑戦的な領域が残っている。それは、地球惑星環境で生じた非生物的な物質は、どのように生命機能を獲得したのか？　生命の起源に至る、または、生命存在可能な条件を満たす、有機化学と生化学の接点には未だに隔たりが大きい。そこで、これからのJpGUアストロバイオロジーセッションでは、これまで以上の取り組みが重要と考えられる「天文学、地球科学、生化学の融合」を模索し、この未知領域の開拓に臨む。例えば系外惑星と分子進化など、試験管の中の知見を超えた、”場”と対応づけた生化学的・分子生物学的な事象を議論し「生命とはなにか」の理解に近づけ、将来の宇宙生命探査に必要な非生命と生命の識別法の議論や開発に繋げる。

10:45 ~ 11:05

[MIS07-11] the emergence of iron-sulfur protometabolism

★Invited Papers

*Sheref Mansy[1] (1.University of Trento)

11:05 ~ 11:25

[MIS07-12] Life-water-mineral interactions and their products

★Invited Papers

*白石 史人[1] (1.広島大学)

11:25 ~ 11:40

[MIS07-13] How much can we learn about ancient cells from sequence analysis? New metrics on an old problem.

*Shawn E McGlynn[1]、Sarah J Berkemer[2,3] (1.Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology、2.Bioinformatics Group, Department of Computer Science, Interdisciplinary Center for Bioinformatics, University of Leipzig、3.Max Planck Institute for Mathematics in the Sciences, Leipzig, Germany)

11:40 ~ 11:55

[MIS07-14] Scientific significance of searching living cells on Mars surface by Life Detection Microscope (LDM)

*吉村 義隆[1]、山岸 明彦[2]、佐藤 毅彦[3]、宮川 厚夫[2]、今井 栄一[4]、佐々木 聰[5]、小林 憲正[6]、癸生川 陽子[6]、岡田 朋華[6]、塩谷 圭吾[3]、薮田 ひかる[7]、長沼 毅[7]、三田 肇[8]、藤田 和央[3]、臼井 寛裕[3] (1.玉川大学農学部、2.東京薬科大学、3.宇宙航空研究開発機構、4.長岡技術科学大学、5.東京工科大学、6.横浜国立大学、7.広島大学、8.福岡工業大学)

11:55 ~ 12:10

[MIS07-15] Civilization-bearing planets in the Milky-Way Galaxy; 50 necessary conditions must be satisfied in order

*丸山 茂徳[1] (1.東京工業大学地球生命研究所)

12:10 ~ 12:15

Discussion

the emergence of iron-sulfur protometabolism

*Sheref Mansy[1]

1. University of Trento

Iron-sulfur clusters are considered to be one of life's most ancient cofactors. Traditionally, the reliance of extant biology on iron-sulfur proteins has been interpreted to mean that iron-sulfur clusters of some type actively participated in the prebiotic chemistry that led to life. Since globular proteins were likely not present on the prebiotic Earth, most investigations into the early roles of iron-sulfur clusters have centered upon the potential activity of minerals, such as greigite and pyrite. Although minerals undoubtedly heavily impacted prebiotic chemistry and likely participated in the synthesis of molecules necessary for the emergence of life, it is unclear how minerals could have been later superseded by protein enzymes. Here we discuss our efforts in understanding the plausibility of synthesizing iron-sulfur clusters coordinated to prebiotically plausible peptides. We find that the solution conditions impact the type of iron-sulfur cluster formed, that UV light facilitates the synthesis of iron-sulfur clusters, and that iron-sulfur peptides can mediate the types of electron transfer reactions needed to sustain an early form of metabolism.

Keywords: iron-sulfur cluster, protocell, prebiotic chemistry, origins of life

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Life-water-mineral interactions and their products

*白石 史人[1]
*Fumito Shiraishi[1]

1. 広島大学
1. Hiroshima University

Studies of modern and ancient microbial deposits on the Earth have demonstrated that the traces of microbial life are preserved as various kinds of minerals via life-water-mineral interactions. They include carbonates, phosphates, iron oxides, and manganese oxides, and their recent knowledge is introduced in the presentation.

For carbonates, cyanobacterial photosynthesis can produce $CaCO_3$ minerals to form deposits like stromatolites. However, their depositional fabrics are strongly influenced by the acidity of EPS (extracellular polymeric substances) secreted by cyanobacteria. In some cases, $CaCO_3$ minerals formed by cyanobacteria exhibit specific traces.

For phosphates, phosphorites are generally produced via degradation of organic matter during diagenesis. In the case of high phosphorus concentration in the euphotic zone, however, microbial photosynthesis potentially produces phosphate minerals to form phosphate stromatolites. Such process may occur after the snowball Earth glaciations in the Neoproterozoic as well as in the Paleoproterozoic.

For iron oxides, microbial Fe(II) oxidation is effective only when O_2 concentration is below ca. 50 μM, and inorganic process prevails above this level. The trace of iron-oxidizing bacteria is potentially preserved in the structure of iron oxide minerals.

For manganese oxides, substantial Mn(II) oxidation does not occur inorganically even under O_2 concentration equilibrated with the modern atmospheric level, and microbial processes are essential for it. In addition, manganese oxides adsorb various metals that potentially sustain metal-dependent microbial ecosystems in organic matter-deficient settings.

The knowledge about microbial traces on the Earth would provide valuable information for exploring extraterrestrial life.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

How much can we learn about ancient cells from sequence analysis? New metrics on an old problem.

*Shawn E McGlynn[1], Sarah J Berkemer[2,3]

1. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology, 2. Bioinformatics Group, Department of Computer Science, Interdisciplinary Center for Bioinformatics, University of Leipzig, 3. Max Planck Institute for Mathematics in the Sciences, Leipzig, Germany

A longstanding goal is to apply molecular phylogenetics to understanding ancient physiological and evolutionary states (*e.g.* [1]). With the current explosion of molecular sequencing data (e.g. [2]), it is a good time to consider how far back we can peer with the comparative molecular lens, and ask if we can understand life in its nascent years. A standard test for inferring ancient genes is to look for conservation in microbial genomes, and to analyze phylogenetic branch positions and determine if a gene separates the archaea and the bacteria. However, many phylogenetic trees are cluttered by phenomena such as horizontal gene transfer and non-orthologous displacement [3], making inferences difficult.

In this presentation, we will give an overview of recent work in this area [4, 5], and also present new analyses which help identify ancient proteins. Using the COG database, we built phylogenetic trees for all protein families and analyzed the number of interdomain gene transfer events for each family. We find that proteins assigned to COGs exhibit widely variable amounts of interdomain gene transfer. By using distance matrices which relate *intra*-domain sequence similarity to *inter*-domain similarity, we find that protein families exhibiting numerous inter domain gene transfer events are also most self-similar between domains. Integrating this observation with previous analyses, ancient proteins appear to have large branch lengths separating the domains, but recent proteins are more bushy in tree shape. These findings will be discussed in the context of inferring the characteristics of the most ancient cells. Although this work provides new dimensions to analyze protein families with, more work is needed to definitively identify the proteins in the last common ancestor of the bacteria and archaea.

REFERENCES CITED

1. Woese, C.R.: Bacterial evolution. Microbiol. Rev. 51, 221–271 (1987)
2. Castelle, C.J., Banfield, J.F.: Major New Microbial Groups Expand Diversity and Alter our Understanding of the Tree of Life. Cell. 172, 1181–1197 (2018). doi:10.1016/j.cell.2018.02.016
3. Koonin, E.V.: Comparative genomics, minimal gene-sets and the last universal common ancestor. Nat. Rev. Microbiol. 1, 127–136 (2003). doi:10.1038/nrmicro751
4. Forterre, P.: The universal tree of life: an update. Front. Microbiol. 6, (2015). doi:10.3389/fmicb.2015.00717
5. Weiss, M.C., Sousa, F.L., Mrnjavac, N., Neukirchen, S., Roettger, M., Nelson-Sathi, S., Martin, W.F.: The physiology and habitat of the last universal common ancestor. Nat. Microbiol. 1, 16116 (2016). doi:10.1038/nmicrobiol.2016.116

Keywords: LUCA, Early life, Phylogenetics , Bioinformatics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Scientific significance of searching living cells on Mars surface by Life Detection Microscope (LDM)

*吉村 義隆[1]、山岸 明彦[2]、佐藤 毅彦[3]、宮川 厚夫[2]、今井 栄一[4]、佐々木 聰[5]、小林 憲正[6]、癸生川 陽子[6]、岡田 朋華[6]、塩谷 圭吾[3]、薮田 ひかる[7]、長沼 毅[7]、三田 肇[8]、藤田 和央[3]、臼井 寛裕[3]
*Yoshitaka Yoshimura[1], Akihiko Yamagishi[2], Takehiko Satoh[3], Atsuo Miyakawa[2], Eiichi Imai[4], Satoshi Sasaki[5], Kensei Kobayashi[6], Yoko Kebukawa[6], Tomoka Okada[6], Keigo Enya[3], Hikaru Yabuta[7], Takeshi Naganuma[7], Hajime Mita[8], Kazuhisa Fujita[3], Tomohiro Usui[3]

1. 玉川大学農学部、2. 東京薬科大学、3. 宇宙航空研究開発機構、4. 長岡技術科学大学、5. 東京工科大学、6. 横浜国立大学、7. 広島大学、8. 福岡工業大学
1. College of Agriculture, Tamagawa University, 2. Tokyo University of Pharmacy and Life Science, 3. Japan Aerospace Exploration Agency, 4. Nagaoka University of Technology, 5. Tokyo University of Technology, 6. Yokohama National University, 7. Hiroshima University, 8. Fukuoka Institute of Technology

Past trial of direct detection of life on Mars by 1970's Viking mission ended up with a negative conclusion [1]. Whereas, numbers of new finding provided by Mars exploration missions in the last decade indicate that there are good reasons to perform another life detection program. The sensitivity of the gas chromatograph mass spectrometer onboard the Viking mission was not very high, and was not able to detect the microbes 10^6 cells in 1 gram clay [2,3].

Recent findings on Mars tend to support the possible presence of living microbes near the surface of Mars. MSL Curiosity has found organic compounds [4], the temporal increase of methane concentration in Martian atmosphere [5] and reduced sulfur compounds such as pyrite in Martian soil [6]. Methane and reduced sulfur compounds can be energy sources to support the growth of chemoautotrophic microbes [7]. Possible presence of liquid water at Recurring Slope Lineae has been supported by the detection of hydrated salts [8]. These evidences tend to support the possible presence of living microbes near the surface of Mars and indicate that another life detection program is necessary.

The Life Detection Microscope (LDM) that we have proposed [7, 9] has the potential sensitivity much higher than the Viking instrument. Microscopes directly image life forms and identify their shapes, sizes, and other morphological structures and have the potential to detect a single cell in field of view. Therefore, the sensitivity can be as high as desired just by increasing the volume of sample to be scanned in a reasonable duration of experiment. LDM scans about 1 mm^3 and detects less than 10^4 cells in 1 gram soil at a spatial resolution of 1 μm [9]. LDM differentiates among organic compounds surrounded by membranes or with enzyme activity by staining the samples with fluorescent pigments. This technique is especially useful for the detection of living microorganisms.

The search for living microorganisms is important not only for scientific interest but for planetary protection. Before future human missions begin, surveys investigating the presence of living microorganisms should be conducted to mitigate the risk of human contact with Martian microorganisms, which may be harmful to human health. Scientific significance the development of LDM will be addressed in this report.

References

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[1] Margulis, L. et al. *J. Mol. Evol.* 14 (1979)

[2] Glavin, et al, *Earth Planet. Sci. Let.*, 185 (2001)

[3] Navarro-González, et al., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.*, 103 (2006)

[4] Eigenbrode, J. L., et al., *Science*, 360 (2018).

[5] Webster, C. R., et al., *Science*, 360 (2018).

[6] Ming, D., et al., *Science*, 343 (2014)

[7] Yamagishi, A. et al. *Biol. Sci. Space*, 24 (2010)

[8] Ojha, L. et al. *Nature Geosci.*, 8 (2015)

[9] Yamagishi, A., et al., *Trans. JSASS, Aerospace Tech. Japan*, 16 (2018).

キーワード：蛍光顕微鏡、地球外生命
Keywords: fluorescent microscope, extraterrestrial life

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Civilization-bearing planets in the Milky-Way Galaxy; 50 necessary conditions must be satisfied in order

*丸山 茂徳[1]
*Shigenori Maruyama[1]

1. 東京工業大学地球生命研究所
1. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology

<Purpose>

Is there any life in the Universe, or specifically civilization-bearing planets? Recent popular answer for this basic question is easy-going “Yes”, which was also trendy answer 100 years ago. They think there are so many stars in the Universe, e.g., 10^{11}, so it is reasonable to think the possibility of the presence of life in the Universe. However, is it right scientifically?

<Method>

If the number of necessary conditions to make civilization-bearing planet is 50, simple estimate of presence or absence is $(1/2)^{50}=1/(10^{11})$, indicating that it is only one in the Milky Way Galaxy. To discuss the presence of life in the Universe, the best example with the most detailed research information is the Earth and its history. Other examples are planets, asteroid and meteorites in the solar system. Applying those data to the Universe, we can lead to general aspects of necessary conditions to infer life in the Universe.

<Result>

Based on the data set inferred from the research of Earth and life, 48 requirements are listed up. Those necessary conditions are mainly categorized into the following four. First group has 11 planetary conditions to be a life-sustaining planet; for example, “Chemical composition of central star”, “Mass of central star”, and “Circular orbit”. Second Group has 14 conditions of rocky planets to prepare the cradle of life; such as “Formation of bimodal continental and oceanic lithospheres to initiate plate tectonics”, “Restricted amount of initial mass of ocean to supply of nutrients for life”. Third group has 9 conditions to emerge and evolve life; such as “continuous and strong outer energy by natural geyser”, and “well-balanced nutrients source of landmass”. Forth group has 10 conditions to evolve into civilization bearing planet; such as “Survival over 2 billion years until birth of Eukaryote”, “A way to Eukaryote from Prokaryotes”, “A way to metazoans and Plant”, “Acceleration of life evolution”. There are other important 4 conditions; such as “Galactic habitable Zone”

<Discussion>

If we simply calculate the probability of presence of life in the Universe, civilization-bearing planet is only one (Earth). It is also emphasized that the requirements mentioned above is treated as presence of absence for all requirements, but several requirements are definitely less than 50% probability, e.g., extremely strict constraint for the amount of ocean volume 3km±1km. Moreover, it is emphasized that the number 51 is combinations and not permutations. This strongly indicates that we are alone in the Universe, even including whole Universe beyond our Milky Way Galaxy.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：ハビタブルプラネット、文明を持つ惑星、条件
Keywords: habitable planet, civilization bearing planet, condition

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_20

[M-IS07] アストロバイオロジー

コンビーナ:薮田 ひかる(広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻)、杉田 精司(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、深川 美里(国立天文台)、藤島 皓介(東京工業大学地球生命研究所)

様々な分野を横断し、宇宙における生命の起源と進化、生命存在可能性の解明を目的とするアストロバイオロジーが発祥して20年。太陽系物質進化、惑星系形成、初期地球の前生物的化学、地球と生命の共進化、極限環境生物、ハビタブルな惑星環境、といった個々のテーマが複数分野の知見や手法で研究されるようになり、「我々はどこから来たか」を或る幾つかの形では示すことができるようになってきた。しかし、最終的には成し遂げるべき、挑戦的な領域が残っている。それは、地球惑星環境で生じた非生物的な物質は、どのように生命機能を獲得したのか？　生命の起源に至る、または、生命存在可能な条件を満たす、有機化学と生化学の接点には未だに隔たりが大きい。そこで、これからのJpGUアストロバイオロジーセッションでは、これまで以上の取り組みが重要と考えられる「天文学、地球科学、生化学の融合」を模索し、この未知領域の開拓に臨む。例えば系外惑星と分子進化など、試験管の中の知見を超えた、”場”と対応づけた生化学的・分子生物学的な事象を議論し「生命とはなにか」の理解に近づけ、将来の宇宙生命探査に必要な非生命と生命の識別法の議論や開発に繋げる。

[MIS07-P01] IRDによる赤外線高精度ドップラー法から明らかになる系外惑星: 低温M型星の惑星の大規模探査の開始

*葛原 昌幸[1,3]、佐藤 文衛[4]、田村 元秀[2,1,3]、小谷 隆行[1,3,5]、大橋 永芳[3,6]、大宮 正士[1,3]、平野 照幸[4]、原川 紘季[6,3,1]、青木 和光[3,5]、成田 憲保[2,1]、堀 安範[1,3]、上田 暁俊[3,5]、福井 暁彦[2]、石川 裕之[5,3]、石塚 将斗[2]、黒川 隆志[1,7]、日下部 展彦[1,3]、工藤 智幸[6,3,1]、小久保 英一郎[3]、小西 美穂子[1,3]、中島 紀[1,3,5]、西川 淳[3,5,1]、荻原 正博[3]、芹澤 琢磨[7] (1.自然科学研究機構 アストロバイオロジーセンター、2.東京大学大学院理学系研究科 、3.国立天文台、4.東京工業大学、5.総合研究大学院大学、6.すばる望遠鏡、7.東京農工大)

[MIS07-P02] Discrimination of organic compounds and mineral particles by fluorescent microscopy for the detection of Martian life.

*岡田 朋華[1]、吉村 義隆[2]、宮川 厚夫[3]、村野 由佳[3]、横堀 伸一[3]、山岸 明彦[3]、小林 憲正[1]、癸生川 陽子[1] (1.横浜国立大学、2.玉川大学、3.東京薬科大学)

[MIS07-P03] Morphological and spectroscopic characteristics of organic matter in Banded Iron Formation, Barberton Greenstone Belt, South Africa

*雨宮 弘樹[1]、中島 亮[1]、大友 陽子[1]、大竹 翼[1]、佐藤 努[1] (1.北海道大学大学院工学院　環境循環システム部門)

[MIS07-P04] Understanding peptide sequence selectivity on iron sulfide (FeS) nanoparticle surfaces

*Fujishima Kosuke[1]、Norio Kitadai[1]、Kenji Kasama[1] (1.Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology)

[MIS07-P05] L-アラニンを起点とするホモキラルペプチドの生成過程モデル

*胸組 虎胤[1]、山家 泰輔[1] (1.鳴門教育大学大学院学校教育研究科自然系コース（理科）)

[MIS07-P06] 弱還元型原始地球大気中でのアミノ酸およびカルボン酸の生成可能性の検討

*木下 美栄[1]、池田 伸太郎[1]、河村 公隆[2]、Bhagawati Kunwar[2]、福田 一志[3]、小栗 慶之[3]、柴田 裕実[4]、高橋 淳一[1]、Vladimir Airapetian[5]、癸生川 陽子[1]、小林 憲正[1] (1.横浜国立大学、2.中部大学、3.東京工業大学、4.大阪大学、5.NASA Goddard SFC)

[MIS07-P07] たんぽぽ計画での初期分析のための、機械学習の適用とソフトウエア開発

*奥平 恭子[1]、戸田 悠斗[1]、園家 俊[1]、矢口 勇一[1]、吉田 将司[1]、今仁 順也[2]、佐々木 聰[3]、矢野 創[4]、出村 裕英[1]、田端 誠[5]、山岸 明彦[6] (1.会津大学、2.由紀精密、3.東京工科大学、4.宇宙航空研究開発機構、5.千葉大学、6.東京薬科大学)

[MIS07-P08] 国際宇宙ステーション搭載シリカエアロゲルで捕獲された微粒子の高速衝突トラックの３次元形状

*西 瑞穂[1]、土山 明[1]、矢野 創[2]、薮田 ひかる[3]、奥平 恭子[4]、松野 淳也[1]、上椙 真之[5]、上杉 健太郎[5]、中野 司[6]、野口 高明[7]、三田 肇[8]、山岸 明彦[9] (1.京都大学、2.宇宙航空研究開発機構、3.広島大学、4.会津大学、5.JASRI/SPring-8 、6.産業技術総合研究所、7.九州大学、8.福岡工業大学、9.東京薬科大学)

[MIS07-P09] High-Angular-Resolution Observations of Protoplanetary Disks

*Misato Fukagawa[1] (1.National Astronomical Observatory of Japan)

[MIS07-P10] 模擬星間氷への粒子線照射による高分子量アミノ酸前駆体のキャラクタリゼーション

*倉本 想士[1]、佐藤 智仁[1]、福田 一志[2]、小栗 慶之[2]、近藤 康太郎[2]、柴田 裕実[3]、癸生川 陽子[1]、小林 憲正[1]、吉田 聡[4] (1.横浜国立大学、2.東京工業大学、3.大阪大学、4.量子科学技術研究開発機構)

[MIS07-P11] 核酸塩基の前生物的な生成過程の理論的解明

*小松 勇[1,2]、鈴木 大輝[1,2] (1.アストロバイオロジーセンター 、2.国立天文台)

[MIS07-P12] Formation Process of A Glycine's Precursor Candidate, CH3NH2

*鈴木 大輝[1,2]、Majumdar Liton[3]、大石 雅寿[2] (1.自然科学研究機構アストロバイオロジーセンター、2.自然科学研究機構国立天文台、3.ジェット推進研究所)

[MIS07-P13] Numerical study on the stellar atmosphere & wind of Cool Stars

*坂上 峻仁[1]、柴田 一成[1] (1.京都大学)

[MIS07-P14] Design of space exposure experiments of organic matter in Tanpopo 2

*横尾 卓哉[1]、佐藤 智仁[1]、左近 樹[2]、中川 和道[3]、矢野 創[4]、中山 美紀[5]、三田 肇[5]、癸生川 陽子[1]、小林 憲正[1] (1.横浜国立大学大学院、2.東京大学、3.神戸大学、4.JAXA、5.福岡工業大学)

IRDによる赤外線高精度ドップラー法から明らかになる系外惑星: 低温M型星の惑星の大規模探査の開始

Exoplanets Revealed by High-Precision Infrared Doppler Technique Using IRD: Large Exploration for Planets around Cool M-type Stars Begins

*葛原 昌幸[1,3]、佐藤 文衛[4]、田村 元秀[2,1,3]、小谷 隆行[1,3,5]、大橋 永芳[3,6]、大宮 正士[1,3]、平野 照幸[4]、原川 紘季[6,3,1]、青木 和光[3,5]、成田 憲保[2,1]、堀 安範[1,3]、上田 暁俊[3,5]、福井 暁彦[2]、石川 裕之[5,3]、石塚 将斗[2]、黒川 隆志[1,7]、日下部 展彦[1,3]、工藤 智幸[6,3,1]、小久保 英一郎[3]、小西 美穂子[1,3]、中島 紀[1,3,5]、西川 淳[3,5,1]、荻原 正博[3]、芹澤 琢磨[7]
*Masayuki Kuzuhara[1,3], Bunei Sato[4], Motohide Tamura[2,1,3], Takayuki Kotani[1,3,5], Nagayoshi Ohashi[3,6], Masashi Omiya[1,3], Teruyuki Hirano[4], Hiroki Harakawa[6,3,1], Wako Aoki[3,5], Norio Narita[2,1], Yasunori Hori[1,3], Akitoshi Ueda[3,5], Akihiko Fukui[2], Hiroyuki Tako Ishikawa[5,3], Ishizuka Masato[2], Takashi Kurokawa[1,7], Nobuhiko Kusakabe[1,3], Tomoyuki Kudo[6,3,1], Eiichiro Kokubo[3], Mihoko Konishi[1,3], Tadashi Nakajima[1,3,5], Jun Nishikawa[3,5,1], Masahiro Ogihara[3], Takuma Serizawa[7]

1. 自然科学研究機構 アストロバイオロジーセンター、2. 東京大学大学院理学系研究科 、3. 国立天文台、4. 東京工業大学、5. 総合研究大学院大学、6. すばる望遠鏡、7. 東京農工大
1. Astrobiology Center of NINS, 2. The University of Tokyo, Graduate School of Science, 3. National Astronomical Observatory of Japan, 4. Tokyo Institute of Technology, 5. SOKENDAI, 6. Subaru Telescope, 7. Tokyo University of Agriculture and Technology

太陽系外に存在する惑星、すなわち系外惑星の観測は、アストロバイオロジーの研究の新たな窓として注目を集めている。その中でも低温のM型星 (約 3000 K 以下の有効温度を持つ恒星)を周回する惑星は、系外惑星におけるアストロバイオロジーの研究を前進させるための大きな可能性を持つ。そのような低温の恒星の周囲では、水が惑星表面で液体として存在可能な領域であるハビタブルゾーンが主星に近くなると期待できる(Kopparapu et al. 2013, ApJ 765, 131)。また、*Kepler*宇宙望遠鏡による近年の系外惑星の観測から、地球のようにサイズの小さな惑星の存在率が、恒星の有効温度の低下に伴い増加する傾向が見られている(例: Mulders et al. 2015, ApJ 798, 112)。さらに、系外惑星の観測に利用される主要な方法の一つであるドップラー法では、主星に近い軌道を持つ惑星ほど、その検出が容易になる。したがって、低温M型星を対象にすることで、ハビタブルゾーンに存在する岩石惑星のドップラー法による観測が優位に進められると期待できる。また、低温M型星の惑星系ではその雪線も主星に近くなるが、それは惑星の形成過程の観点から興味深い。

それにも関わらず、低温M型星の系外惑星観測は、より高温の恒星における系外惑星の観測と比較してあまり進んでいない。これは、低温M型星の光度が非常に低いためである。特に、系外惑星の観測は可視光を利用したものが主流であったが、低温M型星は可視光で暗いことも問題であった。そこで我々は、高精度ドップラー法による系外惑星の観測を近赤外線で行うための高分散分光器、Infrared Doppler (IRD)の開発を進めてきた(Kotani et al. 2018, Proc. of the SPIE 10702, 1070211)。低温M型星の放射のピークがある近赤外線は、その観測に適している。近赤外線でドップラー法に基づく高精度の測定を得るのが困難であった理由の一つが、装置の不安定性に由来する測定の変動を正確に較正するための参照光源に欠けていたことである。我々はレーザー周波数コムを発生する装置をIRD用に新たに開発し、それを参照光として測定値の較正に利用する。レーザー周波数コムは細かい波長間隔で並ぶ多くの輝線のスペクトルであるが、それを天体と同時に観測することで、正確な波長較正が可能になる。IRDはその装置性能の実験室での検証を経て (Kuzuhara et al. 2018, Proc. of the SPIE 10702, 1070260)、レーザー周波数コムとともにすばる望遠鏡での運用が開始された。すばる望遠鏡の大口径の主鏡により低温M型星に対しても、高い感度の観測が可能になる。した

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

がって、すばる望遠鏡とIRDを利用することにより、低温M型星の系外惑星の発見と特徴付けが大きく進展すると期待できる。

我々はすばる望遠鏡とIRDを利用した、大規模な低温M型星の惑星探査を計画してきたが、同探査は2019年の2月から実際に開始する。同探査では、5年間で175夜の観測により、約60のM型星をモニター観測する。我々が事前に行ったシミュレーションからは、IRD探査では60以上の惑星の検出が見込まれる。その中には、数十の地球型惑星の検出が含まれ、そのうちのいくつかはハビタブルゾーンに存在する可能性も期待できる。そのように、IRDによる惑星探査は、低温M型星のような低質量の恒星における惑星形成の理論モデルのより良い理解や、TMTなど将来建設される大望遠鏡による系外惑星の特徴付けの研究を展開するためのサンプル提供に重要な貢献を果たすだろう。ここでは、IRDの測定の精度や安定性などを評価するために我々が現在進めている天体観測による試験の結果を報告する。さらに、我々が定めた研究目標や、そのためのターゲット選定、それらの観測戦略など、上記の大規模探査計画の内容についても詳しく説明する。

キーワード：系外惑星、ドップラー法、ハビタブルゾーン、IRD、惑星形成、M型星
Keywords: Exoplanet, Doppler technique, Habitable Zone, IRD, planet formation, M-type star

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Discrimination of organic compounds and mineral particles by fluorescent microscopy for the detection of Martian life.

*岡田 朋華[1]、吉村 義隆[2]、宮川 厚夫[3]、村野 由佳[3]、横堀 伸一[3]、山岸 明彦[3]、小林 憲正[1]、癸生川 陽子[1]
*Tomoka Okada[1], Yoshitaka Yoshimura[2], Atsuo Miyakawa[3], Yuka Murano[3], Shin-ichi Yokobori[3], Akihiko Yamagishi[3], Kensei Kobayashi[1], Yoko Kebukawa[1]

1. 横浜国立大学、2. 玉川大学、3. 東京薬科大学
1. YOKOHAMA National university, 2. Tamagawa University, 3. Tokyo University of Pharmacy and Life Sciences

The Viking mission searched life on Mars in 1976, but did not find apparent biological activities[1)]. However, the detection sensitivity of the Viking instrument (GC-MS) has been found to be low, suggesting that organic compounds could exist on Martian surface. Recently the MSL Curiosity by NASA detected organic compounds[2)]. The Phoenix mission discovered H_2O ice[3)] and possible liquid water flows were found at RSL (Recurring Slope Lineae) by MRO (Mars Reconnaissance Orbiter)[4)]. These findings suggested that life might exist on Martian surface.

We have proposed a life search program on the surface of Mars with a fluorescence microscope[5)]. This microscope is called Life detection Microscope (LDM) which detects microorganisms in more than 100 times higher sensitivity than the Viking GC-MS. In this program, we plan to use two fluorescent dyes SYTO 24 and propidium iodide (PI) in LDM. SYTO24 permeates cell membrane and stains organic compounds. PI also stains organic compounds such as nucleic acids, but it doesn’t permeate cell membrane. Therefore, the combination of these two dyes makes it possible to differentiate the organic compounds surrounded by membranes (living cells) and dead cells.

However, there are some mineral particles have autofluorescence, possibly detected as false positives. In this research, in order to discriminate organic compounds from mineral particles, the autofluorescence of minerals were measured under various conditions.

Various kind of mineral specimens were finely ground with a glass pen washed with ethanol. Fluorescent images were obtained with a fluorescence microscope and a digital camera and their fluorescent intensities were measured by image analysis. We also examined fluorescent spectra of mineral particles using a diffraction grating. The results showed the fluorescent intensities and spectra of mineral particles were clearly different from the stained organic compounds. These methods would be useful to detect organic compounds among mineral particles.

1) Navarro-Gonzalez, R., *et al.,* 2006, *PNAS*, 103: 16089-16094. 2) Freissient, C., *et al.*, 2015, *J. Geophys. Res. Planets,* 120: 495-514. 3) Feldman, W. C., *et al.,* 2002. *Science*, 297, 75-78. 4) McEwen A. S, *et al.,* 2011, *Science,* 333: 740-743. 5) Yamagishi, A., *et al.*, 2010, *Bio. Sci. Space,* 24: 67-82.

キーワード：火星、蛍光顕微鏡、生命探査
Keywords: Mars, Fluorescent microscope, Life Detection

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Morphological and spectroscopic characteristics of organic matter in Banded Iron Formation, Barberton Greenstone Belt, South Africa

*雨宮 弘樹[1]、中島 亮[1]、大友 陽子[1]、大竹 翼[1]、佐藤 努[1]
*Hiroki Amemiya[1], Ryo Nakajima[1], Yoko Ohtomo[1], Tsubasa Otake[1], Tsutomu Sato[1]

1. 北海道大学大学院工学院　環境循環システム部門
1. Division of sustainable Resources Engineering, Faculty of Engineering, Hokkaido University

The emergence of cyanobacteria has been postulated to cause an increase in Earth’s atmospheric oxygen concentration ~2.45 Ga and oxidation of ferrous iron in a seawater, facilitating the formation of Banded Iron Formations (BIFs) in the Proterozoic era. On the other hand, iron precipitation process in the Archean is still controversial. Previous studies suggest that anoxygenic iron-oxidizing bacteria and/or free oxygen produced by cyanobacteria, was responsible for iron oxidation before ~2.45 Ga. Organic matter preserved in BIFs may provide insights into the iron oxidation process and biological evolution in Archean. However, authenticity of Archaean organic matter has to be first clarified for further investigations due to possible later contamination. Here, we investigated morphological and spectroscopic characteristics of organic matter in ~3.2 Ga BIFs in Sheba mine, Moodies Group, Barberton Green stone Belt, South Africa to estimate the chemical structure combined with a contamination check using Raman spectroscopy.

Organic matter was collected by two different methods: extraction by acid treatment of powder samples and pick up with a micro-manipulator from thin sections. When Raman spectra were obtained using 532 nm wavelength laser, acid-treated organic matter showed two peaks ~1350 and ~1580 cm^{-1} corresponding to disordered and ordered carbon structures, whereas micro-sampled organic matter shows no detectable peak with a high background. Because yellow-green fluorescence was observed in micro-sampled organic matter using a Fluorescence microscope, the fluorescence likely causes a high background in the Raman spectra. Therefore, 785 nm wavelength laser was applied for micro-sampled organic matter. Calculated metamorphic temperature from the Raman spectra obtained by acid-treated and micro-sampled organic matter was from 400 to 540˚C, which is consist with greenschist facies of the Barberton Greenstone Belt. This indicates that the organic matter is not a later contamination. Chemical mapping with an Electron Probe Micro Analyzer shows that micro-sampled organic matter is predominately comprised of carbon with slight contribution of nitrogen (< 0.1wt%). Infrared spectra of the organic matter show absorption peaks corresponding to N-O, C-O, and C=O bonds, suggesting that organic matter remains their functional groups in the structure. Based on the morphology and microstructure observed by Field Emission- Scanning Electron Microscope, the organic matter may have been derived from biofilm because of similarity in the morphology as well as the large size (20 –50 μm). Furthermore, the micro-sampled organic matter has a rough surface while the acid-treated organic matter has a smooth one, which may be due to damages by acid-treatment. Our results suggest that micro-sampling is suitable to observe the detailed morphological and structural features of organic matter preserved in Archean sedimentary rocks.

キーワード：太古代、微化石、バーバトン緑色岩帯、ラマン分光分析、赤外分光分析
Keywords: Archean, Microfossils, Barberton Greenstone Belt, Raman spectroscopy, Infrared spectroscopy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Understanding peptide sequence selectivity on iron sulfide (FeS) nanoparticle surfaces

*Fujishima Kosuke[1], Norio Kitadai[1], Kenji Kasama[1]

1. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology

The emergence and evolution of functional biopolymers on Earth is one of the unsolved key questions regarding the origin of life. Amongst various building blocks of polymers, amino acids are prebiotically abundant and different plausible paths toward forming polypeptides have been previously shown in the context of early Earth environment. However, relationship between a specific geochemical environment and the types of biopolymers that could retain or to propergate in that condition is not yet fully systematically explored. Hence, we have prepared random octapeptide library with a combination of limited set of amino acids (Gly, Ile, His, Asp, Cys, Arg) as a probe to explore the sequence selectivity of iron sulfide (FeS) nanoparticles as a simulant of the geochemical settings that once existed at the deep-sea floor or the surface of early Earth. Experiment was carried out by mixing the FeS nanoparticles and random peptides in pure H_2O solution inside the anoxic chamber to allow adsorption under moderate temperature/pH condition. After extensive rinsing step, peptides that remain bound to the FeS nanoparticles were analyzed directly by MALDI-MS/MS to retrieve sequence information. We will discuss the latest sequence results obtained from screening and discuss sequence selective feature of FeS and its relevance to the iron-sulfur cluster known as a fundamental cofactor in biology.

Keywords: Iron sulfide, peptide adsorption, MALDI-MS/MS, iron-sulfur cluster

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

L-アラニンを起点とするホモキラルペプチドの生成過程モデル
A process model of L-homochiral peptides formation initiated with L-alanine

*胸組 虎胤[1]、山家 泰輔[1]
*Toratane Munegumi[1], Taisuke Yamaga[1]

1. 鳴門教育大学大学院学校教育研究科自然系コース（理科）
1. Department of Science Education, Naruto University of Education

L-AlaにOHラジカルが作用するとβ位に生成したラジカル（・CH_2-）にアルキル化（・Rが結合）が進行し，他のアミノ酸が形成されるのに加え，L型の立体構造は保持されると考えられる。OHラジカルによるアラニン（Ala）上のαとβ炭素上反応速度定数は，k=1.7x10^7($M^{-1}s^{-1}$)とk=6.21x10^7($M^{-1}s^{-1}$)であり，L-Alaではβ炭素の方がα炭素より約3.7倍反応性が高かった。これはβ炭素のアルキル化がラセミ化より速く，アルキル化による他のアミノ酸生成の過程でもL-Alaの立体配置が保持されることを示す。同様なアルキル化反応がオリゴペプチドに対して起こる場合，エピ化よりも置換基の変換が速く進行することを支持している。このような現象がホモキラルペプチドの生成にどのようにつながるかを考察した。

キーワード：L-アラニン、ペプチド、ホモキラリティー
Keywords: L-alanine, peptides, homochirality

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

弱還元型原始地球大気中でのアミノ酸およびカルボン酸の生成可能性の検討

Possible Formation of Amino Acids and Carboxylic Acids in Slightly-Reducing Primitive Earth Atmospheres

*木下 美栄[1]、池田 伸太郎[1]、河村 公隆[2]、Bhagawati Kunwar[2]、福田 一志[3]、小栗 慶之[3]、柴田 裕実[4]、高橋 淳一[1]、Vladimir Airapetian[5]、癸生川 陽子[1]、小林 憲正[1]
*Miei Kinoshita[1], Shintaro Ikeda[1], Kimitaka Kawamura[2], Bhagawati Kunwar[2], Hitoshi Fukuda[3], Yoshiyuki Oguri[3], Hiromi Shibata[4], Junichi Takahashi[1], Vladimir Airapetian[5], Yoko Kebukawa[1], Kensei Kobayashi[1]

1. 横浜国立大学、2. 中部大学、3. 東京工業大学、4. 大阪大学、5. NASA Goddard SFC
1. Yokohama National University, 2. Chubu University, 3. Tokyo Institute of Technology, 4. Osaka University, 5. NASA Goddard SFC

Since 1950s, a large number of laboratory experiments have been performed to examine possible formation of bioorganic compounds such as amino acids in primitive Earth atmosphere. Earlier experiments with strongly reducing gas mixtures containing large molar ratio of methane and ammonia, and it was reported that efficient production of amino acids and other important organics were formed in it by spark discharges and other energy sources. It is now estimated, however, that the early Earth atmosphere was only slightly reducing [1]: N_2 and CO_2were the major atmospheric constituents, together with some small amount of reducing carbon species like CH_4 and/or CO. Simulation experiments suggested, however, that amino acid formation was restricted under these conditions [2]. We reported that cosmic rays could facilitate chemical reactions with less reducing model of primitive atmosphere such as a mixture of CO_2, CO, $N_2$and H_2O [3]. However these energy sources have been ignored in experiments with initiation of prebiotic chemistry [4]. Here, we examine possible formation of amino acids from slightly reducing gas mixtures by applying high-energy protons to simulate the action of cosmic rays.

We conducted three sets of laboratory experiments using energetic particles, spark discharge and UV light as dominant energy sources. In these sets of experiments we used 400 mL of gas mixture of N_2, $CO_2$and CH_4introduced to a Pyrex tube together with 5 mL of pure water under 350 Torr of N2 and 350 Torr of mixtures with varied mixing ratios of $CH_4$and CO_2. In order to simulate possible roles of cosmic rays, the gas mixture was irradiated with 2.5 MeV proton beam produced in the Tandem accelerator at Tokyo Tech, Japan. We also exposed the same composition of gas mixtures to spark discharges by using a Tesla coil to simulate lightning. The gas mixtures were also irradiated with UV light (l> 190 nm) from a xenon lamp. Each product was acid-hydrolyzed and was subjected to amino acid analysis by HPLC and GC/MS, both after derivatization. Carboxylic acids were determined by GC/MS after derivatization. Starting and resulting gas mixtures were analyzed with a quadrupole mass spectrometer.

Amino acids were detected in the hydrolyzed products when gas mixtures of N_2, CO_2, $CH_4$and H_2O were irradiated with 2.5 MeV protons at the initial the molar ratio of methane (r_{CH4}) in the starting gas mixture as low as 0.5 %. On the other hand, amino acids were detected only when $r_{CH4}$was greater than 15 % in the case of spark discharges. The experiments with UV irradiation source did not yield amino acids or their precursors even when $r_{CH4}$was 50 %. Very little amino acids were detected in all the products before hydrolysis. It was shown that not free amino acids but amino acid precursors were formed in selected experiments.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Carboxylic acids including formic acid, oxalic acid and glyoxylic acid were detected from unhydrolized products derived from N_2-CO_2gas mixtures exposed to spark discharges and proton irradiation. We show that some free carboxylic acids could be formed in non-reducing atmospheres as well as slightly reducing atmospheres either by proton irradiation or by spark discharges. It was suggested that the mechanism of formation of amino acid precursors from N_2-CO_2-CH_4-H_2O mixtures was quite different from that of carboxylic acids.

Lightning and solar UV have been considered important energy sources for prebiotic synthesis in primitive Earth atmosphere. We here showed that lightning and solar UV could not singularly synthesize important N-containing organics such as amino acids from slightly reducing primitive Earth atmosphere. On the other hand, cosmic ray could have been an important energy source to synthesize amino acid precursors even if primitive Earth atmosphere was only slightly reducing. It would be of interest to examine whether there are synergetic effects among cosmic rays, UV and thundering.

References:

[1] H. Kuwahara and S. Sugita, *Icarus,* **257**,290-301 (2015).

[2] H. Kuwahara *et al.,Orig. Life Evol. Biosph.,* **42**,533-541(2012).

[3] K. Kobayashi *et al.*, *Orig. Life Evol. Biosph.* **28**, 155-165 (1998).

[4] S. L. Miller and H. C. Urey, *Science,* **130**,245-251 (1957).

キーワード：原始地球大気、アミノ酸、太陽エネルギー粒子
Keywords: Primitive Earth Atmospheres, Amino Acids, Solar Energetic Particles

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

たんぽぽ計画での初期分析のための、機械学習の適用とソフトウエア開発
Application of Machine learning and software development for initial analysis in the TANPOPO mission

*奥平 恭子[1]、戸田 悠斗[1]、園家 俊[1]、矢口 勇一[1]、吉田 将司[1]、今仁 順也[2]、佐々木 聰[3]、矢野 創[4]、出村 裕英[1]、田端 誠[5]、山岸 明彦[6]
*Kyoko Okudaira[1], Yuto Toda[1], Takashi Sonoke[1], Yuichi Yaguchi[1], Masashi Yoshida[1], Junya Imani[2], Satoshi Sasaki[3], Hajime Yano[4], Hirohide Demura[1], Makoto Tabata[5], Akihiko Yamagishi[6]

1. 会津大学、2. 由紀精密、3. 東京工科大学、4. 宇宙航空研究開発機構、5. 千葉大学、6. 東京薬科大学
1. The University of Aizu, 2. YUKI Precision, 3. Tokyo University of Technology, 4. JAXA, 5. Chiba University, 6. Tokyo University of Pharmacy and Life Science

One of the goals of the TANPOPO mission is collecting cosmic dust and space debris on the International Space Station [1]. Ultra-low density material “silica aerogel” panels are used as capture media [2]. These panels retrieved from the space are sent to the laboratory and initial analysis has been conducted by a system called “CLOXS”.

CLOXS efficiently covers the processes (1) Automatic imaging the entire panel, 2) Search for penetration track candidates, 3) Mapping of track candidates, 4) Shape data acquisition of tracks, and 5) Automatic sample cutting) up to sample allocation to researchers. However, to reduce researchers’ time and effort, improvement of the software and automation of some processes are required.

In this study, application of machine learning in discrimination of objects in aerogel images taken by CLOXS is mainly reported. The research goal is to classify objects in the images into tracks and dirt using machine learning.

There are morphological varieties in the objects. As for both tracks and dirt, they are classified into 4 types respectively in this study.

Since the contrast of the images are low, the first step of our approach is preprocessing of the images. We compared the results of *Contrast Stretching* and *CLAHE* (Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization).

Learning data and test data are prepared respectively, to compare the case that the images are categorized into 4 types and the case that the images of all types are dealt altogether.

Convolutional Neural Network (CNN) is used as a method of machine learning. *Python* is used as programing Language.

In conclusion, as for image processing, *CLAHE* showed higher accuracy when tracks were judged to be tracks, and *Contrast Stretching* was found to yield a better result for dirt. It is probably because, in *Contrast Stretching*, *CNN* was not sufficiently highlighted to capture features, and *CLAHE* was able to improve the contrast sufficiently.

Regarding separating the types of tracks and dirt, the accuracy rate was higher when tracks were

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

categorized into different types and learned.

Although further evaluation and improvements might be needed, our accuracy rates meet the mission requirements, that is, the percentage of identifying track as track should be more than 95 %, while the percentage of identifying dirt as dirt should be more than 70 % (that of NOT identifying true track as dirt should be less than 30 %).

[1] A. Yamagishi et al., “Tanpopo: Astrobiology exposure and micrometeoroid capture experiments - proposed experiments at the exposure facility of ISS-JEM”, *Trans. JSASS. Aerospace Tech. Jpn.* vol. 12, No. ists29, p. Tk_49-Tk_55, 2014.

[2] M. Tabata, et al. “Ultralow-density double-layer silica aerogel fabrication for the intact capture of cosmic dust in low-Earth orbits” *J. Sol-Gel Sci. Technol.* 77(2), 325-334, 2016.

キーワード：たんぽぽ計画、アストロバイオロジー、初期分析、機械学習、ソフトウエア開発
Keywords: TANPOPO mission, Astrobiology, Initial analysis, Machine learning, Software development

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

国際宇宙ステーション搭載シリカエアロゲルで捕獲された微粒子の高速衝突トラックの３次元形状

Structure analysis of the hyper velocity impact tracks of the particles captured by silica aerogel on the International Space Station

*西 瑞穂[1]、土山 明[1]、矢野 創[2]、薮田 ひかる[3]、奥平 恭子[4]、松野 淳也[1]、上椙 真之[5]、上杉 健太郎[5]、中野 司[6]、野口 高明[7]、三田 肇[8]、山岸 明彦[9]
*Mizuho Nishi[1], Akira Tsuchiyama[1], Hajime Yano[2], Hikaru Yabuta[3], Kyoko Okudaira[4], Junya Matsuno[1], Masayuki Uesugi[5], Uesugi Kentaro[5], Nakano Tukasa[6], Takaaki Noguchi[7], MITA Hajime[8], Akihiko Yamagishi[9]

1. 京都大学、2. 宇宙航空研究開発機構、3. 広島大学、4. 会津大学、5. JASRI/SPring-8 、6. 産業技術総合研究所、7. 九州大学、8. 福岡工業大学、9. 東京薬科大学
1. Kyoto University, 2. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 3. Hiroshima University, 4. The University of Aizu, 5. JASRI/SPring-8, 6. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 7. Kyusyu University, 8. Fukuoka Institute of Technology, 9. Tokyo University of Pharmacy and Life Science

日本初のアストロバイオロジー実験「たんぽぽ計画」では、生命起源物質が地球外から供給されたとの仮説[1]を実証する目的で、国際宇宙ステーション（ISS）の日本実験棟「きぼう」に超低密度シリカエアロゲルを設置し宇宙塵を捕獲する試みがなされている[2]。シリカエアロゲルはNASAによる彗星塵サンプルリターン計画「スターダスト」で用いられた物質で[3]、彗星塵が6.1 km/sでシリカエアロゲルに高速衝突して生じた痕（衝突トラック）の形状はタイプA, B, Cに分類され[4]衝突粒子の密度などを推定するための有用な情報をもつ[5]。そこで本研究では（1）宇宙塵の衝突により形成された衝突トラックを探すこと、（2）宇宙塵以外の微粒子の衝突により形成されたトラックの３次元形状などを記載することにより最終的にトラック形状と起源の関係を明らかにすることを目的とした。

簡易曝露実験装置の宇宙側に設置されたシリカエアロゲル中の衝突トラック8個（D1-231, D1-298, D1-362, E1-200, E1-304, F1-328, F1-389, F1-623）について、放射光施設SPring-8のBL47XUにおいて結像型吸収CT撮影（7, 8, 9 keV）をおこなった。8 keVのCT像（吸収コントラスト像：0.24または0.465 μm/画素）を解析しトラックの形状抽出、楕円体近似をおこない、トラック長(L_t)、最大トラック直径(D_m)、アスペクト比などを求め、スターダストトラックと比較した。また、7, 8 keVのCT像からdual-energy tomography (DET)[6]を用いてトラック中に見られる微粒子の線吸収係数を調べ、物質の推定をおこなった。D1-231, D1-298, D1-362についてはエアロゲルを押しつぶし、トラック中の微粒子の光学顕微鏡観察をおこなった。さらに光学顕微鏡観察のみを行った1個のトラック（E2-000）を加え、計9個のトラックを5タイプに分類した。

タイプ1（E2-000）は宇宙塵による衝突トラックで、トラックの先端に輝石を含む2粒子が確認された[7]。その形状はスターダストトラックタイプBに似ているが、入口が大きく広がっているのが特徴である。タイプ2（D1-231）はスターダストトラックタイプAにやや似ている。タイプ3（E1-200, E1-304）はクラックが非常に発達しており、入口が非常に狭いという特徴を持つ。タイプ4（F1-328, F1-389）はタイプ3と同様にクラックが発達しており、かつ非対称な形状をしている。タイプ5（D1-362, F1-623）はお椀型のトラックで、入口が大きく広がっている。これらのトラックのL_tとD_mとの関係は、タイプ5を除き、スターダストのものとほとんど変わらなかった。しかし、具体的な形状はスターダストトラックと大きく異なっている。トラックの壁面から伸びたクラックの形状は、スターダストトラックタイプA, Bの先端で見られたものと似ていることから、比較的低速度の衝突によってできたと考えられる。DETの結果からは、トラック中に見られるほとんどの微粒子はFeやNiなどを含まず、その線級数係数は宇宙塵が持つ線吸収係数よりもはるかに小さかった。これらは、固着度の低い物質が衝突の衝撃で砕け、エアロゲルを巻き込むように生成したもの

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

（condensed aerogel）であると考えられる。また、D1-231, D1-362中に1粒子ずつ高い線吸収係数を持つ微粒子が確認され、光学顕微鏡観察からもその存在が確認できた。一方、タイプ5のトラックと同様のものは、宇宙ステーション・ミールの暴露実験におけるシリカエアロゲル中にも報告があり、固着度の低い物質の高速衝突によるものかもしれない[8]。このような衝突トラックの定量的な分析から、従来研究では得られなかった新しいパラメータ領域に関する知見が得られる可能性がある。

[1] Chyba C. & Sagan C. 1992. Nature, 355, 125. [2] Yamagishi A. et al. 2012. Space Utiliz Res, 28, 220. [3] Brownlee D. et al. 2006. Science, 314, 1711. [4] Hörz et al. 2006. Science, 314, 1716. [5] Tsuchiyama A. et al. 2009. Meteoritics & Planetary Science, 44, 1203. [6] Tsuchiyama A. 2013. Geochimica et Cosmochimica Acta 116, 5. [7] 野口高明, 2018, 私信. [8] Hörz and Zolensky, 2000, Icarus 147, 559.

キーワード：たんぽぽ計画、宇宙塵
Keywords: Tanpopo mission, Cosmic dust

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

High-Angular-Resolution Observations of Protoplanetary Disks

*Misato Fukagawa[1]

1. National Astronomical Observatory of Japan

The recent progress in understanding of planet-formation process will be reviewed based on the results obtained at high angular resolution with astronomical facilities such as the Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA). Circumstellar disk structures around young stars are birthplaces of planets. The physical and chemical condition in such protoplanetary disks can be linked to some extent to the planetary environment (e.g., atmospheric composition) where further chemical reactions might lead to formation of building blocks of life. This presentation includes the topics on detailed disk density structures at ~5-au or better resolution, gas detections in the later stages of disks where the collisional events in the planetary systems may happen, detections of organic molecules, and the prospects on disk observations in future.

Keywords: Exoplanets, Astronomy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

模擬星間氷への粒子線照射による高分子量アミノ酸前駆体のキャラクタリゼーション

Characterization of high molecular weight amino acid precursors formed in interstellar ice analog

*倉本 想士[1]、佐藤 智仁[1]、福田 一志[2]、小栗 慶之[2]、近藤 康太郎[2]、柴田 裕実[3]、癸生川 陽子[1]、小林 憲正[1]、吉田 聡[4]
*Soushi Kuramoto[1], Tomohito Sato[1], Hitoshi Fukuda[2], Yoshiyuki Oguri[2], Kotaro Kondo[2], Hiromi Shibata[3], Yoko Kebukawa[1], Kensei Kobayashi[1], Satoshi Yoshida[4]

1. 横浜国立大学、2. 東京工業大学、3. 大阪大学、4. 量子科学技術研究開発機構
1. Yokohama National University, 2. Tokyo Institute of Technology, 3. University of Osaka, 4. National Institutes for Quantum Radiological Science and Technology

地球上での生命誕生に地球外有機物が重要な役割を果たしたことが示唆されている。宇宙から供給されたアミノ酸前駆体の種類によって原始地球上での化学進化の道筋が大きく変わると考えられる。隕石(炭素質コンドライト)の抽出液中にアミノ酸が検出されており[1]、その多くは加水分解してアミノ酸となるアミノ酸前駆体であるが、その構造に関する研究はほとんどないが、アミノ酸生成機構としてストレッカー合成を想定した場合、前駆体（中間体）はアミノニトリル類かアミノ酸アミドとなる。地球外アミノ酸前駆体の生成の場としては分子雲環境や太陽系小天体が考えられるが、本研究では分子雲環境模擬実験により生じるアミノ酸前駆体の解析を行い、その結果に基づいて原始地球におけるアミノ酸前駆体からの新たな化学進化のシナリオを考察した。

Pyrexガラス製容器にCO, NH_3, H_2Oの混合ガスを封入し、これらに東京工業大学のタンデム加速器を用いて2.5 MeVの陽子線2 mC を照射した。以後、この照射生成物をCAWと呼称する。CAWは陽イオン交換HPLCを用いてストレッカー合成中間体(アミノアセトニトリル、グリシンアミド)の含まれる画分とそれ以外の画分を分取した。分取したサンプルを酸加水分解した後、アミノ酸分析をした。さらに、限外ろ過(分画分子量3000)およびゲルろ過HPLC法(カラム：Shodex OHpak SB-802.5 HQ)によりCAWの分子量を推定するとともに、ESI-TOF-MSによる質量分析も行った。

CAW分取実験では、ストレッカー合成中間体画分からのグリシン生成量は少なく、ストレッカー合成以外でのグリシンの生成が多いことが分かった。この結果から、星間で生成されるアミノ酸前駆体の中には、ストレッカー合成中間体のような低分子量化合物は少ないと考えられる。次に、限外ろ過実験の結果から、模擬星間物質は分子量数千の高分子量アミノ酸前駆体を多く含んでいることが示唆された。また、ゲルろ過実験ではタンパク質スタンダードとの比較により、CAWの推定分子量は6000以上であることが示唆された。また、ESI-TOF-MSによるCAWの質量分析により、m/z = 1000以上のピークが確認された。これらの結果から、星間ではCOなどの小分子から高分子量アミノ酸前駆体が直接生成されている可能性が強く示唆された。現在、模擬星間氷への重粒子線照射生成物[2]中のアミノ酸前駆体のキャラクタリゼーションも試みている。

[1] K. A. Kvenvolden *et al.*, *Nature* 228, 923 (1970).

[2] K. Kobayashi *et al.*, *Electr. Commun.* Jpn. 91, 293 (2008).

キーワード：化学進化、星間氷、ストレッカー反応、アミノ酸前駆体

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Chemical evolution, interstellar ice, the Strecker synthesis, amino acid precursor

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

核酸塩基の前生物的な生成過程の理論的解明
Theoretical elucidation of prebiotic formation processes into nucleobases

*小松 勇[1,2]、鈴木 大輝[1,2]
*Yu Komatsu[1,2], Taiki Suzuki[1,2]

1. アストロバイオロジーセンター 、2. 国立天文台
1. Astrobiology Center, 2. National Astronomical Observatory of Japan

As argued [1], the comets and meteorites may have provided a large amount of prebiotic molecules to the Early Earth. However, where and how such organic molecules were built is still controversial.

Recently, volatile glycine (NH2CH2COOH) has been detected in the coma of comet 67P/Churyumov-Gerasimenko by the ROSINA mass spectrometer [2], with giving us clues to glycine's interstellar origin. Moreover, in addition to various amino acids, nucleobases, such as purine, uracil, guanine, and xanthine have been identified in the meteorite (e.g., [3]). These studies suggest the formation of prebiotic molecules in the extreme condition prior to the early Earth chemistry.

If prebiotic molecules are built from small atoms or radicals in the cold ISM, the prebiotic molecules must have almost barrier-less formation paths. On the other hand, the bombardment of comets and/or asteroids would have provided very high temperature condition for chemical reactions, which may have led to the decomposition and formation of further complex prebiotic molecules. To understand the formation processes, the quantum chemical calculation is a powerful tool. The previous quantum chemical calculation has already reported the promising chemical paths to amino acids and nucleobases (e.g., [4]).

Here we investigated the possible pathway of pyrimidine, purine, uracil and thymine by the automated exploration of chemical reaction pathways. We have already discovered key dissociations for each molecule. For example, uracil and thymine, the pyrimidine type of nucleobase, have lower barriers to dissociate into an isocyanic acid, which corresponds to the previous laboratory experience, and the rest molecule. Pyrimidine and purine, which are skeleton structures of nucleobases and do not poses any oxygen atoms, have high barriers, implying to require high temperature environment like the bombardment, even though we did not exclude all possibilities of radical reactions. Detailed discussions will be provided on our poster.

References

[1] Ehrenfreund (2002), Rep. Prog. Phys. 65 1427

[2] Altwegg et al. (2016), Sci, 2, e1600285

[3] Simomiya et al. (1990), Geo, 24,343

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[4] Ferus et al. (2015), PNAS, 112, 7109

キーワード：前生物化学、量子化学、DNA / RNA、星間化学
Keywords: Prebiotic Chemistry, Quantum Chemistry, DNA /RNA, Interstellar Chemistry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Formation Process of A Glycine's Precursor Candidate, CH3NH2

*鈴木 大輝[1,2]、Majumdar Liton[3]、大石 雅寿[2]
*Taiki Suzuki[1,2], Liton Majumdar[3], Masatoshi Ohishi[2]

1. 自然科学研究機構アストロバイオロジーセンター、2. 自然科学研究機構国立天文台、3. ジェット推進研究所
1. National Institutes of Natural Sciences Astrobiology Center, 2. National Astronomical Observatory of Japan, 3. NASA Jet Propulsion Laboratory (JPL)

As [1] argued, the comets and meteorites may have provided a large amount of prebiotic molecules to the early Earth. An attempt to understand the origins of life must necessarily begin with detailed studies of the formation and evolution of complex organic molecules (COMs), products of complex chemistry that most likely starts in molecular clouds and continues within the protoplanetary disk.
Since the amino acids are the essential building blocks of life, the search for amino acids and their complex organic precursors at different stages of star and planet formation is one of the exciting topics in modern astronomy. Recently, volatile glycine (NH_2CH_2COOH) was detected in the coma of comet 67P/Churyumov-Gerasimenko by the ROSINA mass spectrometer [2], also giving clues about glycine's interstellar origin. However, the survey observations of glycine toward ISM have been not successful. Therefore, revealing the formation pathways to glycine is important for astrochemistry and astrobiology not only to know the promising glycine-rich sources for future surveys but also to understand the general chemical evolution of N-bearing molecules in the ISM.
In this context, we performed the chemical modeling study for the high-mass star, with the possible formation processes of glycine with theoretically and/or experimentally suggested formation paths [3]. We suggested that glycine was efficiently formed through the following reactions: First, the hydrogenation process to HCN leads to the formation of CH_2NH and CH_3NH_2 on interstellar grain surface (HCN + 2H => CH_2NH, and then CH_2NH + 2H => CH_3NH_2). Then, the destruction of CH_3NH_2 by radicals will form CH_2NH_2. Finally, CH_2NH_2 and COOH radical react to form glycine. For this test, a key molecule would be CH_3OH, whose formation process is well known. Both experiments and theoretical works suggested that CH_3OH is built via grain surface hydrogenation processes to CO (CO + 2H => H_2CO, and then H_2CO + 2H => CH_3OH). If CH_3NH_2 is also produced through hydrogenation process, “CH_3NH_2/CH_3OH” ratio should be well reproduced by the modeling. However, it was difficult to test this formation process due to the very limited number of previous CH3NH2 observations.
With this motivation, we performed the observation of CH_3NH_2 and CH_3OH with ALMA toward high mass star-forming regions, G10.47+0.03, NGC6334I, W51 e1/e2, and G31.41+0.3. As a result, both of CH_3OH and CH_3NH_2 were detected toward all sources. The molecular abundances were derived with rotation diagram method. The high excitation temperatures of 100 and 200 K and compact distributions suggest that CH_3NH_2 emissions originate from the hot and dense regions. The observed molecular abundance ratio, “CH_3NH_2/CH_3OH” ranges from 0.2 to 2.1. The low “CH_3NH_2/CH_3OH” ratio of 0.2 is close to our modeling, supporting that CH_3NH_2 is the product of the hydrogenation process in those sources. However, the higher “CH_3NH_2/CH_3OH” ratio of nearly two, observed toward NGC6334I MM1, could not be reproduced with our modeling under the possible parameter range. Thus, our chemical modeling would not correctly reproduce the physics or chemistry of such CH_3NH_2-rich sources. Further studies of such sources will enable us to promote our knowledge of glycine chemistry and provide us with promising sources for future glycine surveys.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Citations:
[1] Ehrenfreund (2002), Rep. Prog. Phys. 65 1427
[2] Altwegg et al. (2016), Sci, 2, e1600285
[3] Suzuki et al, (2018), ApJ, 825, 51

キーワード：電波天文学、化学モデル、生命関連分子
Keywords: radio astronomy, chemical modeling, prebiotic molecules

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Numerical study on the stellar atmosphere & wind of Cool Stars

*坂上 峻仁[1]、柴田 一成[1]
*Takahito Sakaue[1], Kazunari Shibata[1]

1. 京都大学
1. Kyoto University

Cool stars offer the good opportunities to investigate what environments the Earth-like exoplanets are in, and how they are affected by the host star. TRAPPIST-1 is an ultracool dwarf; the spectral type is M8V (T_{eff} =2559K) with the lower mass of 0.08M_{sun} (radius = 0.11R_{sun}). The star is confirmed to have seven planets (Gillon et al. 2017) and thus greatly interested in not only by stellar astrophysics but also by astrobiology. Here, we report the results of one-dimensional magnetohydrodynamic (MHD) simulation of the stellar wind from TRAPPIST-1. Several solar wind theories, which have been examined observationally, are applied to the case of TRAPPIST-1. Among them, it is the plausible idea that the dissipation of the incompressible MHD wave leads to the heating and driving the stellar wind. For instance, Garraffo et al. 2017 succeeded in the three-dimensional MHD simulation of the stellar wind from TRAPPIST-1, by extending their solar wind model in which the incompressible MHD wave is exhausted by the turbulent dissipation. The incompressible MHD wave, on the other hand, is also affected not only by the turbulent dissipation but also by the nonlinear mode coupling, which leads to the formation of the shock wave and consequently contribute to heating the wind. This nonlinear process has been well investigated to account for the dynamics of the lower solar atmosphere (Kudoh & Shibata 1999) and driving the solar wind (Suzuki & Inutsuka 2005), but not discussed for the stellar wind from TRAPPIST-1. In this study, therefore, we performed the one-dimensional MHD simulation to consider the nonlinear process of the incompressible MHD wave leading to the shock formation, and succeeded in reproducing the stellar wind from TRAPPIST-1.

キーワード：恒星風、低温星、TRAPPIST-1
Keywords: stellar wind, cool stars, TRAPPIST-1

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Design of space exposure experiments of organic matter in Tanpopo 2

*横尾 卓哉[1]、佐藤 智仁[1]、左近 樹[2]、中川 和道[3]、矢野 創[4]、中山 美紀[5]、三田 肇[5]、癸生川 陽子[1]、小林 憲正[1]
*Takuya Yokoo[1], tomohito sato[1], Itsuki Sakon[2], Kazumichi Nakagawa[3], Hajime Yano[4], Miki Nakayama[5], Hajime Mita[5], Yoko Kebukawa[1], Kensei Kobayashi[1]

1. 横浜国立大学大学院、2. 東京大学、3. 神戸大学、4. JAXA、5. 福岡工業大学
1. Yokohama National University, 2. University of Tokyo, 3. Kobe University, 4. JAXA, 5. Fukuoka Institute of Technology

1. Introduction

Large number of organic compounds have been discovered in molecular clouds and in meteorites. Some of organic compounds required for emergence of life are thought to be synthesized in space. Then, meteorites and interplanetary dust particles could deliver them to the Earth. The first Japanese astrobiology space experiment called “Tanpopo” was conducted to study this hypothesis[1].
The objective of the Tanpopo Mission is to understand bi-directional propagation of microorganisms and organic matter between the Earth and space. In other words, in the Tanpopo Mission, we examine whether life exists only on the earth by evaluating whether microorganisms can escape into space and whether organic matter can reach to the Earth from outer space.
As one of subthemes in this project, amino acids and their precursor compounds including complex interstellar organic matter analog were directly exposed to outer space by utilizing the International Space Station (ISS), and recoveries of these organics were measured to understand degradation of organic compounds under the environment of the outer space. In the Tanpopo experiment, hexatriacontane (HTC) was used to prevent the sample from sublimation during exposure to space at the ISS. However, HTC absorbs ultraviolet light with a wavelength of 160 nm or less. To understand the effects of shorter wavelength UV, the next space experiment "Tanpopo 2" applies a new design for direct exposure of organic compounds without HTC and optical windows. In addition to the aluminum plate same as the one used in Tanpopo, the silicon substrates are also used for exposure the sample to space, in the organic matter exposure experiment of “Tanpopo 2“. In the Tanpopo Mission, glycine, hydantoin, isovaline, ethylmethylhydantoin, CAW (complex organic matter produced from proton beam irradiation to CO, NH_3, H_2O mixture) were used, and glycine and CAW showed relatively high recoveries [2]. In "Tanpopo 2", glycine and CA (proton beam irradiation product to CO, NH_3 mixture) on the silicon substrates will be directly exposed to space in addition to the same compounds on the same aluminum plate used in the Tanpopo. The recovered samples will be analyzed by FT-IR, XANES, and SEM, in addition to amino acid analysis.
Here we report the design of the space experiment such as preparation method of the space experiment sample.

2. Experimental

(1) A gas mixture of CO (350 Torr) and NH_3 (350 Torr) and a silicon plate (10 mmϕ) were placed in a glass container, and the gas mixture was irradiated with 2.5 MeV proton beam from a tandem accelerator to deposit organic matter on the plate.
(2) The thickness of the organic matter (CA) film on the silicon plate was measured using a three-dimensional microscope.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

(3) Structural analysis of organic matter (CA) on the silicon plate was also carried out using FT-IR.
(4) Amino acid analysis was carried out by cation exchange HPLC after hydrolyzing silicon plate with CA with 6 M hydrochloric acid at 110 ˚C for 24 hours.
(5) Glycine is planned to be deposited on a silicon substrate by a vacuum vapor deposition equipment (Fukuoka Institute of Technology).

3. Results and Discussion

The CA deposition thickness was approximately 8 μm, but more sample thickness would be required due to potential loss of the organic materials by atomic oxygen present in low Earth orbit during exposure. Thus, we decided to use non-polished Si substrates instead of polished Si substrate. Because the sample can be kept in the bottom of indentations on the rough surface of non-polished substrate, even if a part of sample surface is lost.
Amino acid analyses of CA by cation exchanged HPLC showed, various amino acids including aspartic acid, threonine, glycine, alanine, -aminoisobutyric acid and serine were detected after acid hydrolysis. Glycine was particularly abundant, whose yield was 827 ±7 nmol from a single CA deposited Si substrate.

4. Conclusions

We will conduct the durability test of our samples on the silicon substrate including the vibration test, cooling test, heating test before launch in 2019 with the space X company to the ISS. We are planning to conduct various analyses from recovered samples. The recovery and degradation of these samples will make a further leap forward our understanding of the possible delivery of organic matter from interplanetary dust particles to the early Earth.

5. References

[1] A. Yamagishi, H. Yano, K. Okudaira, K. Kobayashi, S. Yokobori, M. Tabata, H. Kawai, *Biol. Sci. Space*, **21** : 67-75 (2007).
[2] K. Kobayashi *et al.*, 2018 JpGU meeting, Chiba (2018).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_37

[M-IS07] アストロバイオロジー

コンビーナ:薮田 ひかる(広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻)、杉田 精司(東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻)、深川 美里(国立天文台)、藤島 皓介(東京工業大学地球生命研究所)

様々な分野を横断し、宇宙における生命の起源と進化、生命存在可能性の解明を目的とするアストロバイオロジーが発祥して20年。太陽系物質進化、惑星系形成、初期地球の前生物的化学、地球と生命の共進化、極限環境生物、ハビタブルな惑星環境、といった個々のテーマが複数分野の知見や手法で研究されるようになり、「我々はどこから来たか」を或る幾つかの形では示すことができるようになってきた。しかし、最終的には成し遂げるべき、挑戦的な領域が残っている。それは、地球惑星環境で生じた非生物的な物質は、どのように生命機能を獲得したのか？　生命の起源に至る、または、生命存在可能な条件を満たす、有機化学と生化学の接点には未だに隔たりが大きい。そこで、これからのJpGUアストロバイオロジーセッションでは、これまで以上の取り組みが重要と考えられる「天文学、地球科学、生化学の融合」を模索し、この未知領域の開拓に臨む。例えば系外惑星と分子進化など、試験管の中の知見を超えた、”場”と対応づけた生化学的・分子生物学的な事象を議論し「生命とはなにか」の理解に近づけ、将来の宇宙生命探査に必要な非生命と生命の識別法の議論や開発に繋げる。

[MIS07-P01] IRDによる赤外線高精度ドップラー法から明らかになる系外惑星: 低温M型星の惑星の大規模探査の開始

*葛原 昌幸[1,3]、佐藤 文衛[4]、田村 元秀[2,1,3]、小谷 隆行[1,3,5]、大橋 永芳[3,6]、大宮 正士[1,3]、平野 照幸[4]、原川 紘季[6,3,1]、青木 和光[3,5]、成田 憲保[2,1]、堀 安範[1,3]、上田 暁俊[3,5]、福井 暁彦[2]、石川 裕之[5,3]、石塚 将斗[2]、黒川 隆志[1,7]、日下部 展彦[1,3]、工藤 智幸[6,3,1]、小久保 英一郎[3]、小西 美穂子[1,3]、中島 紀[1,3,5]、西川 淳[3,5,1]、荻原 正博[3]、芹澤 琢磨[7] (1.自然科学研究機構 アストロバイオロジーセンター、2.東京大学大学院理学系研究科 、3.国立天文台、4.東京工業大学、5.総合研究大学院大学、6.すばる望遠鏡、7.東京農工大)

[MIS07-P02] Discrimination of organic compounds and mineral particles by fluorescent microscopy for the detection of Martian life.

*岡田 朋華[1]、吉村 義隆[2]、宮川 厚夫[3]、村野 由佳[3]、横堀 伸一[3]、山岸 明彦[3]、小林 憲正[1]、癸生川 陽子[1] (1.横浜国立大学、2.玉川大学、3.東京薬科大学)

[MIS07-P03] Morphological and spectroscopic characteristics of organic matter in Banded Iron Formation, Barberton Greenstone Belt, South Africa

*雨宮 弘樹[1]、中島 亮[1]、大友 陽子[1]、大竹 翼[1]、佐藤 努[1] (1.北海道大学大学院工学院　環境循環システム部門)

[MIS07-P04] Understanding peptide sequence selectivity on iron sulfide (FeS) nanoparticle surfaces

*Fujishima Kosuke[1]、Norio Kitadai[1]、Kenji Kasama[1] (1.Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology)

[MIS07-P05] L-アラニンを起点とするホモキラルペプチドの生成過程モデル

*胸組 虎胤[1]、山家 泰輔[1] (1.鳴門教育大学大学院学校教育研究科自然系コース（理科）)

[MIS07-P06] 弱還元型原始地球大気中でのアミノ酸およびカルボン酸の生成可能性の検討

*木下 美栄[1]、池田 伸太郎[1]、河村 公隆[2]、Bhagawati Kunwar[2]、福田 一志[3]、小栗 慶之[3]、柴田 裕実[4]、高橋 淳一[1]、Vladimir Airapetian[5]、癸生川 陽子[1]、小林 憲正[1] (1.横浜国立大学、2.中部大学、3.東京工業大学、4.大阪大学、5.NASA Goddard SFC)

[MIS07-P07] たんぽぽ計画での初期分析のための、機械学習の適用とソフトウエア開発

*奥平 恭子[1]、戸田 悠斗[1]、園家 俊[1]、矢口 勇一[1]、吉田 将司[1]、今仁 順也[2]、佐々木 聰[3]、矢野 創[4]、出村 裕英[1]、田端 誠[5]、山岸 明彦[6] (1.会津大学、2.由紀精密、3.東京工科大学、4.宇宙航空研究開発機構、5.千葉大学、6.東京薬科大学)

[MIS07-P08] 国際宇宙ステーション搭載シリカエアロゲルで捕獲された微粒子の高速衝突トラックの３次元形状

*西 瑞穂[1]、土山 明[1]、矢野 創[2]、薮田 ひかる[3]、奥平 恭子[4]、松野 淳也[1]、上椙 真之[5]、上杉 健太郎[5]、中野 司[6]、野口 高明[7]、三田 肇[8]、山岸 明彦[9] (1.京都大学、2.宇宙航空研究開発機構、3.広島大学、4.会津大学、5.JASRI/SPring-8 、6.産業技術総合研究所、7.九州大学、8.福岡工業大学、9.東京薬科大学)

[MIS07-P09] High-Angular-Resolution Observations of Protoplanetary Disks

*Misato Fukagawa[1] (1.National Astronomical Observatory of Japan)

[MIS07-P10] 模擬星間氷への粒子線照射による高分子量アミノ酸前駆体のキャラクタリゼーション

*倉本 想士[1]、佐藤 智仁[1]、福田 一志[2]、小栗 慶之[2]、近藤 康太郎[2]、柴田 裕実[3]、癸生川 陽子[1]、小林 憲正[1]、吉田 聡[4] (1.横浜国立大学、2.東京工業大学、3.大阪大学、4.量子科学技術研究開発機構)

[MIS07-P11] 核酸塩基の前生物的な生成過程の理論的解明

*小松 勇[1,2]、鈴木 大輝[1,2] (1.アストロバイオロジーセンター 、2.国立天文台)

[MIS07-P12] Formation Process of A Glycine's Precursor Candidate, CH3NH2

*鈴木 大輝[1,2]、Majumdar Liton[3]、大石 雅寿[2] (1.自然科学研究機構アストロバイオロジーセンター、2.自然科学研究機構国立天文台、3.ジェット推進研究所)

[MIS07-P13] Numerical study on the stellar atmosphere & wind of Cool Stars

*坂上 峻仁[1]、柴田 一成[1] (1.京都大学)

[MIS07-P14] Design of space exposure experiments of organic matter in Tanpopo 2

*横尾 卓哉[1]、佐藤 智仁[1]、左近 樹[2]、中川 和道[3]、矢野 創[4]、中山 美紀[5]、三田 肇[5]、癸生川 陽子[1]、小林 憲正[1] (1.横浜国立大学大学院、2.東京大学、3.神戸大学、4.JAXA、5.福岡工業大学)

IRDによる赤外線高精度ドップラー法から明らかになる系外惑星: 低温M型星の惑星の大規模探査の開始

Exoplanets Revealed by High-Precision Infrared Doppler Technique Using IRD: Large Exploration for Planets around Cool M-type Stars Begins

*葛原 昌幸[1,3]、佐藤 文衛[4]、田村 元秀[2,1,3]、小谷 隆行[1,3,5]、大橋 永芳[3,6]、大宮 正士[1,3]、平野 照幸[4]、原川 紘季[6,3,1]、青木 和光[3,5]、成田 憲保[2,1]、堀 安範[1,3]、上田 暁俊[3,5]、福井 暁彦[2]、石川 裕之[5,3]、石塚 将斗[2]、黒川 隆志[1,7]、日下部 展彦[1,3]、工藤 智幸[6,3,1]、小久保 英一郎[3]、小西 美穂子[1,3]、中島 紀[1,3,5]、西川 淳[3,5,1]、荻原 正博[3]、芹澤 琢磨[7]
*Masayuki Kuzuhara[1,3], Bunei Sato[4], Motohide Tamura[2,1,3], Takayuki Kotani[1,3,5], Nagayoshi Ohashi[3,6], Masashi Omiya[1,3], Teruyuki Hirano[4], Hiroki Harakawa[6,3,1], Wako Aoki[3,5], Norio Narita[2,1], Yasunori Hori[1,3], Akitoshi Ueda[3,5], Akihiko Fukui[2], Hiroyuki Tako Ishikawa[5,3], Ishizuka Masato[2], Takashi Kurokawa[1,7], Nobuhiko Kusakabe[1,3], Tomoyuki Kudo[6,3,1], Eiichiro Kokubo[3], Mihoko Konishi[1,3], Tadashi Nakajima[1,3,5], Jun Nishikawa[3,5,1], Masahiro Ogihara[3], Takuma Serizawa[7]

1. 自然科学研究機構 アストロバイオロジーセンター、2. 東京大学大学院理学系研究科 、3. 国立天文台、4. 東京工業大学、5. 総合研究大学院大学、6. すばる望遠鏡、7. 東京農工大
1. Astrobiology Center of NINS, 2. The University of Tokyo, Graduate School of Science, 3. National Astronomical Observatory of Japan, 4. Tokyo Institute of Technology, 5. SOKENDAI, 6. Subaru Telescope, 7. Tokyo University of Agriculture and Technology

太陽系外に存在する惑星、すなわち系外惑星の観測は、アストロバイオロジーの研究の新たな窓として注目を集めている。その中でも低温のM型星 (約 3000 K 以下の有効温度を持つ恒星)を周回する惑星は、系外惑星におけるアストロバイオロジーの研究を前進させるための大きな可能性を持つ。そのような低温の恒星の周囲では、水が惑星表面で液体として存在可能な領域であるハビタブルゾーンが主星に近くなると期待できる(Kopparapu et al. 2013, ApJ 765, 131)。また、*Kepler*宇宙望遠鏡による近年の系外惑星の観測から、地球のようにサイズの小さな惑星の存在率が、恒星の有効温度の低下に伴い増加する傾向が見られている(例: Mulders et al. 2015, ApJ 798, 112)。さらに、系外惑星の観測に利用される主要な方法の一つであるドップラー法では、主星に近い軌道を持つ惑星ほど、その検出が容易になる。したがって、低温M型星を対象にすることで、ハビタブルゾーンに存在する岩石惑星のドップラー法による観測が優位に進められると期待できる。また、低温M型星の惑星系ではその雪線も主星に近くなるが、それは惑星の形成過程の観点から興味深い。

それにも関わらず、低温M型星の系外惑星観測は、より高温の恒星における系外惑星の観測と比較してあまり進んでいない。これは、低温M型星の光度が非常に低いためである。特に、系外惑星の観測は可視光を利用したものが主流であったが、低温M型星は可視光で暗いことも問題であった。そこで我々は、高精度ドップラー法による系外惑星の観測を近赤外線で行うための高分散分光器、Infrared Doppler (IRD)の開発を進めてきた(Kotani et al. 2018, Proc. of the SPIE 10702, 1070211)。低温M型星の放射のピークがある近赤外線は、その観測に適している。近赤外線でドップラー法に基づく高精度の測定を得るのが困難であった理由の一つが、装置の不安定性に由来する測定の変動を正確に較正するための参照光源に欠けていたことである。我々はレーザー周波数コムを発生する装置をIRD用に新たに開発し、それを参照光として測定値の較正に利用する。レーザー周波数コムは細かい波長間隔で並ぶ多くの輝線のスペクトルであるが、それを天体と同時に観測することで、正確な波長較正が可能になる。IRDはその装置性能の実験室での検証を経て (Kuzuhara et al. 2018, Proc. of the SPIE 10702, 1070260)、レーザー周波数コムとともにすばる望遠鏡での運用が開始された。すばる望遠鏡の大口径の主鏡により低温M型星に対しても、高い感度の観測が可能になる。した

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

がって、すばる望遠鏡とIRDを利用することにより、低温M型星の系外惑星の発見と特徴付けが大きく進展すると期待できる。

我々はすばる望遠鏡とIRDを利用した、大規模な低温M型星の惑星探査を計画してきたが、同探査は2019年の2月から実際に開始する。同探査では、5年間で175夜の観測により、約60のM型星をモニター観測する。我々が事前に行ったシミュレーションからは、IRD探査では60以上の惑星の検出が見込まれる。その中には、数十の地球型惑星の検出が含まれ、そのうちのいくつかはハビタブルゾーンに存在する可能性も期待できる。そのように、IRDによる惑星探査は、低温M型星のような低質量の恒星における惑星形成の理論モデルのより良い理解や、TMTなど将来建設される大望遠鏡による系外惑星の特徴付けの研究を展開するためのサンプル提供に重要な貢献を果たすだろう。ここでは、IRDの測定の精度や安定性などを評価するために我々が現在進めている天体観測による試験の結果を報告する。さらに、我々が定めた研究目標や、そのためのターゲット選定、それらの観測戦略など、上記の大規模探査計画の内容についても詳しく説明する。

キーワード：系外惑星、ドップラー法、ハビタブルゾーン、IRD、惑星形成、M型星
Keywords: Exoplanet, Doppler technique, Habitable Zone, IRD, planet formation, M-type star

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Discrimination of organic compounds and mineral particles by fluorescent microscopy for the detection of Martian life.

*岡田 朋華[1]、吉村 義隆[2]、宮川 厚夫[3]、村野 由佳[3]、横堀 伸一[3]、山岸 明彦[3]、小林 憲正[1]、癸生川 陽子[1]
*Tomoka Okada[1], Yoshitaka Yoshimura[2], Atsuo Miyakawa[3], Yuka Murano[3], Shin-ichi Yokobori[3], Akihiko Yamagishi[3], Kensei Kobayashi[1], Yoko Kebukawa[1]

1. 横浜国立大学、2. 玉川大学、3. 東京薬科大学
1. YOKOHAMA National university, 2. Tamagawa University, 3. Tokyo University of Pharmacy and Life Sciences

The Viking mission searched life on Mars in 1976, but did not find apparent biological activities[1)]. However, the detection sensitivity of the Viking instrument (GC-MS) has been found to be low, suggesting that organic compounds could exist on Martian surface. Recently the MSL Curiosity by NASA detected organic compounds[2)]. The Phoenix mission discovered H_2O ice[3)] and possible liquid water flows were found at RSL (Recurring Slope Lineae) by MRO (Mars Reconnaissance Orbiter)[4)]. These findings suggested that life might exist on Martian surface.

We have proposed a life search program on the surface of Mars with a fluorescence microscope[5)]. This microscope is called Life detection Microscope (LDM) which detects microorganisms in more than 100 times higher sensitivity than the Viking GC-MS. In this program, we plan to use two fluorescent dyes SYTO 24 and propidium iodide (PI) in LDM. SYTO24 permeates cell membrane and stains organic compounds. PI also stains organic compounds such as nucleic acids, but it doesn’t permeate cell membrane. Therefore, the combination of these two dyes makes it possible to differentiate the organic compounds surrounded by membranes (living cells) and dead cells.

However, there are some mineral particles have autofluorescence, possibly detected as false positives. In this research, in order to discriminate organic compounds from mineral particles, the autofluorescence of minerals were measured under various conditions.

Various kind of mineral specimens were finely ground with a glass pen washed with ethanol. Fluorescent images were obtained with a fluorescence microscope and a digital camera and their fluorescent intensities were measured by image analysis. We also examined fluorescent spectra of mineral particles using a diffraction grating. The results showed the fluorescent intensities and spectra of mineral particles were clearly different from the stained organic compounds. These methods would be useful to detect organic compounds among mineral particles.

1) Navarro-Gonzalez, R., *et al.,* 2006, *PNAS*, 103: 16089-16094. 2) Freissient, C., *et al.*, 2015, *J. Geophys. Res. Planets,* 120: 495-514. 3) Feldman, W. C., *et al.,* 2002. *Science*, 297, 75-78. 4) McEwen A. S, *et al.,* 2011, *Science,* 333: 740-743. 5) Yamagishi, A., *et al.*, 2010, *Bio. Sci. Space,* 24: 67-82.

キーワード：火星、蛍光顕微鏡、生命探査
Keywords: Mars, Fluorescent microscope, Life Detection

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Morphological and spectroscopic characteristics of organic matter in Banded Iron Formation, Barberton Greenstone Belt, South Africa

*雨宮 弘樹[1]、中島 亮[1]、大友 陽子[1]、大竹 翼[1]、佐藤 努[1]
*Hiroki Amemiya[1], Ryo Nakajima[1], Yoko Ohtomo[1], Tsubasa Otake[1], Tsutomu Sato[1]

1. 北海道大学大学院工学院　環境循環システム部門
1. Division of sustainable Resources Engineering, Faculty of Engineering, Hokkaido University

The emergence of cyanobacteria has been postulated to cause an increase in Earth’s atmospheric oxygen concentration ~2.45 Ga and oxidation of ferrous iron in a seawater, facilitating the formation of Banded Iron Formations (BIFs) in the Proterozoic era. On the other hand, iron precipitation process in the Archean is still controversial. Previous studies suggest that anoxygenic iron-oxidizing bacteria and/or free oxygen produced by cyanobacteria, was responsible for iron oxidation before ~2.45 Ga. Organic matter preserved in BIFs may provide insights into the iron oxidation process and biological evolution in Archean. However, authenticity of Archaean organic matter has to be first clarified for further investigations due to possible later contamination. Here, we investigated morphological and spectroscopic characteristics of organic matter in ~3.2 Ga BIFs in Sheba mine, Moodies Group, Barberton Green stone Belt, South Africa to estimate the chemical structure combined with a contamination check using Raman spectroscopy.

Organic matter was collected by two different methods: extraction by acid treatment of powder samples and pick up with a micro-manipulator from thin sections. When Raman spectra were obtained using 532 nm wavelength laser, acid-treated organic matter showed two peaks ~1350 and ~1580 cm^{-1} corresponding to disordered and ordered carbon structures, whereas micro-sampled organic matter shows no detectable peak with a high background. Because yellow-green fluorescence was observed in micro-sampled organic matter using a Fluorescence microscope, the fluorescence likely causes a high background in the Raman spectra. Therefore, 785 nm wavelength laser was applied for micro-sampled organic matter. Calculated metamorphic temperature from the Raman spectra obtained by acid-treated and micro-sampled organic matter was from 400 to 540˚C, which is consist with greenschist facies of the Barberton Greenstone Belt. This indicates that the organic matter is not a later contamination. Chemical mapping with an Electron Probe Micro Analyzer shows that micro-sampled organic matter is predominately comprised of carbon with slight contribution of nitrogen (< 0.1wt%). Infrared spectra of the organic matter show absorption peaks corresponding to N-O, C-O, and C=O bonds, suggesting that organic matter remains their functional groups in the structure. Based on the morphology and microstructure observed by Field Emission- Scanning Electron Microscope, the organic matter may have been derived from biofilm because of similarity in the morphology as well as the large size (20 –50 μm). Furthermore, the micro-sampled organic matter has a rough surface while the acid-treated organic matter has a smooth one, which may be due to damages by acid-treatment. Our results suggest that micro-sampling is suitable to observe the detailed morphological and structural features of organic matter preserved in Archean sedimentary rocks.

キーワード：太古代、微化石、バーバトン緑色岩帯、ラマン分光分析、赤外分光分析
Keywords: Archean, Microfossils, Barberton Greenstone Belt, Raman spectroscopy, Infrared spectroscopy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Understanding peptide sequence selectivity on iron sulfide (FeS) nanoparticle surfaces

*Fujishima Kosuke[1], Norio Kitadai[1], Kenji Kasama[1]

1. Earth-Life Science Institute, Tokyo Institute of Technology

The emergence and evolution of functional biopolymers on Earth is one of the unsolved key questions regarding the origin of life. Amongst various building blocks of polymers, amino acids are prebiotically abundant and different plausible paths toward forming polypeptides have been previously shown in the context of early Earth environment. However, relationship between a specific geochemical environment and the types of biopolymers that could retain or to propergate in that condition is not yet fully systematically explored. Hence, we have prepared random octapeptide library with a combination of limited set of amino acids (Gly, Ile, His, Asp, Cys, Arg) as a probe to explore the sequence selectivity of iron sulfide (FeS) nanoparticles as a simulant of the geochemical settings that once existed at the deep-sea floor or the surface of early Earth. Experiment was carried out by mixing the FeS nanoparticles and random peptides in pure H_2O solution inside the anoxic chamber to allow adsorption under moderate temperature/pH condition. After extensive rinsing step, peptides that remain bound to the FeS nanoparticles were analyzed directly by MALDI-MS/MS to retrieve sequence information. We will discuss the latest sequence results obtained from screening and discuss sequence selective feature of FeS and its relevance to the iron-sulfur cluster known as a fundamental cofactor in biology.

Keywords: Iron sulfide, peptide adsorption, MALDI-MS/MS, iron-sulfur cluster

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

L-アラニンを起点とするホモキラルペプチドの生成過程モデル
A process model of L-homochiral peptides formation initiated with L-alanine

*胸組 虎胤[1]、山家 泰輔[1]
*Toratane Munegumi[1], Taisuke Yamaga[1]

1. 鳴門教育大学大学院学校教育研究科自然系コース（理科）
1. Department of Science Education, Naruto University of Education

L-AlaにOHラジカルが作用するとβ位に生成したラジカル（・CH_2-）にアルキル化（・Rが結合）が進行し，他のアミノ酸が形成されるのに加え，L型の立体構造は保持されると考えられる。OHラジカルによるアラニン（Ala）上のαとβ炭素上反応速度定数は，k=1.7x10^7($M^{-1}s^{-1}$)とk=6.21x10^7($M^{-1}s^{-1}$)であり，L-Alaではβ炭素の方がα炭素より約3.7倍反応性が高かった。これはβ炭素のアルキル化がラセミ化より速く，アルキル化による他のアミノ酸生成の過程でもL-Alaの立体配置が保持されることを示す。同様なアルキル化反応がオリゴペプチドに対して起こる場合，エピ化よりも置換基の変換が速く進行することを支持している。このような現象がホモキラルペプチドの生成にどのようにつながるかを考察した。

キーワード：L-アラニン、ペプチド、ホモキラリティー
Keywords: L-alanine, peptides, homochirality

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

弱還元型原始地球大気中でのアミノ酸およびカルボン酸の生成可能性の検討

Possible Formation of Amino Acids and Carboxylic Acids in Slightly-Reducing Primitive Earth Atmospheres

*木下 美栄[1]、池田 伸太郎[1]、河村 公隆[2]、Bhagawati Kunwar[2]、福田 一志[3]、小栗 慶之[3]、柴田 裕実[4]、高橋 淳一[1]、Vladimir Airapetian[5]、癸生川 陽子[1]、小林 憲正[1]
*Miei Kinoshita[1], Shintaro Ikeda[1], Kimitaka Kawamura[2], Bhagawati Kunwar[2], Hitoshi Fukuda[3], Yoshiyuki Oguri[3], Hiromi Shibata[4], Junichi Takahashi[1], Vladimir Airapetian[5], Yoko Kebukawa[1], Kensei Kobayashi[1]

1. 横浜国立大学、2. 中部大学、3. 東京工業大学、4. 大阪大学、5. NASA Goddard SFC
1. Yokohama National University, 2. Chubu University, 3. Tokyo Institute of Technology, 4. Osaka University, 5. NASA Goddard SFC

Since 1950s, a large number of laboratory experiments have been performed to examine possible formation of bioorganic compounds such as amino acids in primitive Earth atmosphere. Earlier experiments with strongly reducing gas mixtures containing large molar ratio of methane and ammonia, and it was reported that efficient production of amino acids and other important organics were formed in it by spark discharges and other energy sources. It is now estimated, however, that the early Earth atmosphere was only slightly reducing [1]: N_2 and CO_2were the major atmospheric constituents, together with some small amount of reducing carbon species like CH_4 and/or CO. Simulation experiments suggested, however, that amino acid formation was restricted under these conditions [2]. We reported that cosmic rays could facilitate chemical reactions with less reducing model of primitive atmosphere such as a mixture of CO_2, CO, $N_2$and H_2O [3]. However these energy sources have been ignored in experiments with initiation of prebiotic chemistry [4]. Here, we examine possible formation of amino acids from slightly reducing gas mixtures by applying high-energy protons to simulate the action of cosmic rays.

We conducted three sets of laboratory experiments using energetic particles, spark discharge and UV light as dominant energy sources. In these sets of experiments we used 400 mL of gas mixture of N_2, $CO_2$and CH_4introduced to a Pyrex tube together with 5 mL of pure water under 350 Torr of N2 and 350 Torr of mixtures with varied mixing ratios of $CH_4$and CO_2. In order to simulate possible roles of cosmic rays, the gas mixture was irradiated with 2.5 MeV proton beam produced in the Tandem accelerator at Tokyo Tech, Japan. We also exposed the same composition of gas mixtures to spark discharges by using a Tesla coil to simulate lightning. The gas mixtures were also irradiated with UV light (l> 190 nm) from a xenon lamp. Each product was acid-hydrolyzed and was subjected to amino acid analysis by HPLC and GC/MS, both after derivatization. Carboxylic acids were determined by GC/MS after derivatization. Starting and resulting gas mixtures were analyzed with a quadrupole mass spectrometer.

Amino acids were detected in the hydrolyzed products when gas mixtures of N_2, CO_2, $CH_4$and H_2O were irradiated with 2.5 MeV protons at the initial the molar ratio of methane (r_{CH4}) in the starting gas mixture as low as 0.5 %. On the other hand, amino acids were detected only when $r_{CH4}$was greater than 15 % in the case of spark discharges. The experiments with UV irradiation source did not yield amino acids or their precursors even when $r_{CH4}$was 50 %. Very little amino acids were detected in all the products before hydrolysis. It was shown that not free amino acids but amino acid precursors were formed in selected experiments.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Carboxylic acids including formic acid, oxalic acid and glyoxylic acid were detected from unhydrolized products derived from N_2-CO_2gas mixtures exposed to spark discharges and proton irradiation. We show that some free carboxylic acids could be formed in non-reducing atmospheres as well as slightly reducing atmospheres either by proton irradiation or by spark discharges. It was suggested that the mechanism of formation of amino acid precursors from N_2-CO_2-CH_4-H_2O mixtures was quite different from that of carboxylic acids.

Lightning and solar UV have been considered important energy sources for prebiotic synthesis in primitive Earth atmosphere. We here showed that lightning and solar UV could not singularly synthesize important N-containing organics such as amino acids from slightly reducing primitive Earth atmosphere. On the other hand, cosmic ray could have been an important energy source to synthesize amino acid precursors even if primitive Earth atmosphere was only slightly reducing. It would be of interest to examine whether there are synergetic effects among cosmic rays, UV and thundering.

References:

[1] H. Kuwahara and S. Sugita, *Icarus,* **257**,290-301 (2015).

[2] H. Kuwahara *et al.,Orig. Life Evol. Biosph.,* **42**,533-541(2012).

[3] K. Kobayashi *et al.*, *Orig. Life Evol. Biosph.* **28**, 155-165 (1998).

[4] S. L. Miller and H. C. Urey, *Science,* **130**,245-251 (1957).

キーワード：原始地球大気、アミノ酸、太陽エネルギー粒子
Keywords: Primitive Earth Atmospheres, Amino Acids, Solar Energetic Particles

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

たんぽぽ計画での初期分析のための、機械学習の適用とソフトウエア開発
Application of Machine learning and software development for initial analysis in the TANPOPO mission

*奥平 恭子[1]、戸田 悠斗[1]、園家 俊[1]、矢口 勇一[1]、吉田 将司[1]、今仁 順也[2]、佐々木 聰[3]、矢野 創[4]、出村 裕英[1]、田端 誠[5]、山岸 明彦[6]
*Kyoko Okudaira[1], Yuto Toda[1], Takashi Sonoke[1], Yuichi Yaguchi[1], Masashi Yoshida[1], Junya Imani[2], Satoshi Sasaki[3], Hajime Yano[4], Hirohide Demura[1], Makoto Tabata[5], Akihiko Yamagishi[6]

1. 会津大学、2. 由紀精密、3. 東京工科大学、4. 宇宙航空研究開発機構、5. 千葉大学、6. 東京薬科大学
1. The University of Aizu, 2. YUKI Precision, 3. Tokyo University of Technology, 4. JAXA, 5. Chiba University, 6. Tokyo University of Pharmacy and Life Science

One of the goals of the TANPOPO mission is collecting cosmic dust and space debris on the International Space Station [1]. Ultra-low density material “silica aerogel” panels are used as capture media [2]. These panels retrieved from the space are sent to the laboratory and initial analysis has been conducted by a system called “CLOXS”.

CLOXS efficiently covers the processes (1) Automatic imaging the entire panel, 2) Search for penetration track candidates, 3) Mapping of track candidates, 4) Shape data acquisition of tracks, and 5) Automatic sample cutting) up to sample allocation to researchers. However, to reduce researchers’ time and effort, improvement of the software and automation of some processes are required.

In this study, application of machine learning in discrimination of objects in aerogel images taken by CLOXS is mainly reported. The research goal is to classify objects in the images into tracks and dirt using machine learning.

There are morphological varieties in the objects. As for both tracks and dirt, they are classified into 4 types respectively in this study.

Since the contrast of the images are low, the first step of our approach is preprocessing of the images. We compared the results of *Contrast Stretching* and *CLAHE* (Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization).

Learning data and test data are prepared respectively, to compare the case that the images are categorized into 4 types and the case that the images of all types are dealt altogether.

Convolutional Neural Network (CNN) is used as a method of machine learning. *Python* is used as programing Language.

In conclusion, as for image processing, *CLAHE* showed higher accuracy when tracks were judged to be tracks, and *Contrast Stretching* was found to yield a better result for dirt. It is probably because, in *Contrast Stretching*, *CNN* was not sufficiently highlighted to capture features, and *CLAHE* was able to improve the contrast sufficiently.

Regarding separating the types of tracks and dirt, the accuracy rate was higher when tracks were

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

categorized into different types and learned.

Although further evaluation and improvements might be needed, our accuracy rates meet the mission requirements, that is, the percentage of identifying track as track should be more than 95 %, while the percentage of identifying dirt as dirt should be more than 70 % (that of NOT identifying true track as dirt should be less than 30 %).

[1] A. Yamagishi et al., “Tanpopo: Astrobiology exposure and micrometeoroid capture experiments - proposed experiments at the exposure facility of ISS-JEM”, *Trans. JSASS. Aerospace Tech. Jpn.* vol. 12, No. ists29, p. Tk_49-Tk_55, 2014.

[2] M. Tabata, et al. “Ultralow-density double-layer silica aerogel fabrication for the intact capture of cosmic dust in low-Earth orbits” *J. Sol-Gel Sci. Technol.* 77(2), 325-334, 2016.

キーワード：たんぽぽ計画、アストロバイオロジー、初期分析、機械学習、ソフトウエア開発
Keywords: TANPOPO mission, Astrobiology, Initial analysis, Machine learning, Software development

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

国際宇宙ステーション搭載シリカエアロゲルで捕獲された微粒子の高速衝突トラックの３次元形状

Structure analysis of the hyper velocity impact tracks of the particles captured by silica aerogel on the International Space Station

*西 瑞穂[1]、土山 明[1]、矢野 創[2]、薮田 ひかる[3]、奥平 恭子[4]、松野 淳也[1]、上椙 真之[5]、上杉 健太郎[5]、中野 司[6]、野口 高明[7]、三田 肇[8]、山岸 明彦[9]
*Mizuho Nishi[1], Akira Tsuchiyama[1], Hajime Yano[2], Hikaru Yabuta[3], Kyoko Okudaira[4], Junya Matsuno[1], Masayuki Uesugi[5], Uesugi Kentaro[5], Nakano Tukasa[6], Takaaki Noguchi[7], MITA Hajime[8], Akihiko Yamagishi[9]

1. 京都大学、2. 宇宙航空研究開発機構、3. 広島大学、4. 会津大学、5. JASRI/SPring-8 、6. 産業技術総合研究所、7. 九州大学、8. 福岡工業大学、9. 東京薬科大学
1. Kyoto University, 2. Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, 3. Hiroshima University, 4. The University of Aizu, 5. JASRI/SPring-8, 6. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 7. Kyusyu University, 8. Fukuoka Institute of Technology, 9. Tokyo University of Pharmacy and Life Science

日本初のアストロバイオロジー実験「たんぽぽ計画」では、生命起源物質が地球外から供給されたとの仮説[1]を実証する目的で、国際宇宙ステーション（ISS）の日本実験棟「きぼう」に超低密度シリカエアロゲルを設置し宇宙塵を捕獲する試みがなされている[2]。シリカエアロゲルはNASAによる彗星塵サンプルリターン計画「スターダスト」で用いられた物質で[3]、彗星塵が6.1 km/sでシリカエアロゲルに高速衝突して生じた痕（衝突トラック）の形状はタイプA, B, Cに分類され[4]衝突粒子の密度などを推定するための有用な情報をもつ[5]。そこで本研究では（1）宇宙塵の衝突により形成された衝突トラックを探すこと、（2）宇宙塵以外の微粒子の衝突により形成されたトラックの３次元形状などを記載することにより最終的にトラック形状と起源の関係を明らかにすることを目的とした。

簡易曝露実験装置の宇宙側に設置されたシリカエアロゲル中の衝突トラック8個（D1-231, D1-298, D1-362, E1-200, E1-304, F1-328, F1-389, F1-623）について、放射光施設SPring-8のBL47XUにおいて結像型吸収CT撮影（7, 8, 9 keV）をおこなった。8 keVのCT像（吸収コントラスト像：0.24または0.465 μm/画素）を解析しトラックの形状抽出、楕円体近似をおこない、トラック長(L_t)、最大トラック直径(D_m)、アスペクト比などを求め、スターダストトラックと比較した。また、7, 8 keVのCT像からdual-energy tomography (DET)[6]を用いてトラック中に見られる微粒子の線吸収係数を調べ、物質の推定をおこなった。D1-231, D1-298, D1-362についてはエアロゲルを押しつぶし、トラック中の微粒子の光学顕微鏡観察をおこなった。さらに光学顕微鏡観察のみを行った1個のトラック（E2-000）を加え、計9個のトラックを5タイプに分類した。

タイプ1（E2-000）は宇宙塵による衝突トラックで、トラックの先端に輝石を含む2粒子が確認された[7]。その形状はスターダストトラックタイプBに似ているが、入口が大きく広がっているのが特徴である。タイプ2（D1-231）はスターダストトラックタイプAにやや似ている。タイプ3（E1-200, E1-304）はクラックが非常に発達しており、入口が非常に狭いという特徴を持つ。タイプ4（F1-328, F1-389）はタイプ3と同様にクラックが発達しており、かつ非対称な形状をしている。タイプ5（D1-362, F1-623）はお椀型のトラックで、入口が大きく広がっている。これらのトラックのL_tとD_mとの関係は、タイプ5を除き、スターダストのものとほとんど変わらなかった。しかし、具体的な形状はスターダストトラックと大きく異なっている。トラックの壁面から伸びたクラックの形状は、スターダストトラックタイプA, Bの先端で見られたものと似ていることから、比較的低速度の衝突によってできたと考えられる。DETの結果からは、トラック中に見られるほとんどの微粒子はFeやNiなどを含まず、その線級数係数は宇宙塵が持つ線吸収係数よりもはるかに小さかった。これらは、固着度の低い物質が衝突の衝撃で砕け、エアロゲルを巻き込むように生成したもの

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

（condensed aerogel）であると考えられる。また、D1-231, D1-362中に1粒子ずつ高い線吸収係数を持つ微粒子が確認され、光学顕微鏡観察からもその存在が確認できた。一方、タイプ5のトラックと同様のものは、宇宙ステーション・ミールの暴露実験におけるシリカエアロゲル中にも報告があり、固着度の低い物質の高速衝突によるものかもしれない[8]。このような衝突トラックの定量的な分析から、従来研究では得られなかった新しいパラメータ領域に関する知見が得られる可能性がある。

[1] Chyba C. & Sagan C. 1992. Nature, 355, 125. [2] Yamagishi A. et al. 2012. Space Utiliz Res, 28, 220. [3] Brownlee D. et al. 2006. Science, 314, 1711. [4] Hörz et al. 2006. Science, 314, 1716. [5] Tsuchiyama A. et al. 2009. Meteoritics & Planetary Science, 44, 1203. [6] Tsuchiyama A. 2013. Geochimica et Cosmochimica Acta 116, 5. [7] 野口高明, 2018, 私信. [8] Hörz and Zolensky, 2000, Icarus 147, 559.

キーワード：たんぽぽ計画、宇宙塵
Keywords: Tanpopo mission, Cosmic dust

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

High-Angular-Resolution Observations of Protoplanetary Disks

*Misato Fukagawa[1]

1. National Astronomical Observatory of Japan

The recent progress in understanding of planet-formation process will be reviewed based on the results obtained at high angular resolution with astronomical facilities such as the Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA). Circumstellar disk structures around young stars are birthplaces of planets. The physical and chemical condition in such protoplanetary disks can be linked to some extent to the planetary environment (e.g., atmospheric composition) where further chemical reactions might lead to formation of building blocks of life. This presentation includes the topics on detailed disk density structures at ~5-au or better resolution, gas detections in the later stages of disks where the collisional events in the planetary systems may happen, detections of organic molecules, and the prospects on disk observations in future.

Keywords: Exoplanets, Astronomy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

模擬星間氷への粒子線照射による高分子量アミノ酸前駆体のキャラクタリゼーション

Characterization of high molecular weight amino acid precursors formed in interstellar ice analog

*倉本 想士[1]、佐藤 智仁[1]、福田 一志[2]、小栗 慶之[2]、近藤 康太郎[2]、柴田 裕実[3]、癸生川 陽子[1]、小林 憲正[1]、吉田 聡[4]
*Soushi Kuramoto[1], Tomohito Sato[1], Hitoshi Fukuda[2], Yoshiyuki Oguri[2], Kotaro Kondo[2], Hiromi Shibata[3], Yoko Kebukawa[1], Kensei Kobayashi[1], Satoshi Yoshida[4]

1. 横浜国立大学、2. 東京工業大学、3. 大阪大学、4. 量子科学技術研究開発機構
1. Yokohama National University, 2. Tokyo Institute of Technology, 3. University of Osaka, 4. National Institutes for Quantum Radiological Science and Technology

地球上での生命誕生に地球外有機物が重要な役割を果たしたことが示唆されている。宇宙から供給されたアミノ酸前駆体の種類によって原始地球上での化学進化の道筋が大きく変わると考えられる。隕石(炭素質コンドライト)の抽出液中にアミノ酸が検出されており[1]、その多くは加水分解してアミノ酸となるアミノ酸前駆体であるが、その構造に関する研究はほとんどないが、アミノ酸生成機構としてストレッカー合成を想定した場合、前駆体（中間体）はアミノニトリル類かアミノ酸アミドとなる。地球外アミノ酸前駆体の生成の場としては分子雲環境や太陽系小天体が考えられるが、本研究では分子雲環境模擬実験により生じるアミノ酸前駆体の解析を行い、その結果に基づいて原始地球におけるアミノ酸前駆体からの新たな化学進化のシナリオを考察した。

Pyrexガラス製容器にCO, NH_3, H_2Oの混合ガスを封入し、これらに東京工業大学のタンデム加速器を用いて2.5 MeVの陽子線2 mC を照射した。以後、この照射生成物をCAWと呼称する。CAWは陽イオン交換HPLCを用いてストレッカー合成中間体(アミノアセトニトリル、グリシンアミド)の含まれる画分とそれ以外の画分を分取した。分取したサンプルを酸加水分解した後、アミノ酸分析をした。さらに、限外ろ過(分画分子量3000)およびゲルろ過HPLC法(カラム：Shodex OHpak SB-802.5 HQ)によりCAWの分子量を推定するとともに、ESI-TOF-MSによる質量分析も行った。

CAW分取実験では、ストレッカー合成中間体画分からのグリシン生成量は少なく、ストレッカー合成以外でのグリシンの生成が多いことが分かった。この結果から、星間で生成されるアミノ酸前駆体の中には、ストレッカー合成中間体のような低分子量化合物は少ないと考えられる。次に、限外ろ過実験の結果から、模擬星間物質は分子量数千の高分子量アミノ酸前駆体を多く含んでいることが示唆された。また、ゲルろ過実験ではタンパク質スタンダードとの比較により、CAWの推定分子量は6000以上であることが示唆された。また、ESI-TOF-MSによるCAWの質量分析により、m/z = 1000以上のピークが確認された。これらの結果から、星間ではCOなどの小分子から高分子量アミノ酸前駆体が直接生成されている可能性が強く示唆された。現在、模擬星間氷への重粒子線照射生成物[2]中のアミノ酸前駆体のキャラクタリゼーションも試みている。

[1] K. A. Kvenvolden *et al.*, *Nature* 228, 923 (1970).

[2] K. Kobayashi *et al.*, *Electr. Commun.* Jpn. 91, 293 (2008).

キーワード：化学進化、星間氷、ストレッカー反応、アミノ酸前駆体

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Chemical evolution, interstellar ice, the Strecker synthesis, amino acid precursor

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

核酸塩基の前生物的な生成過程の理論的解明
Theoretical elucidation of prebiotic formation processes into nucleobases

*小松 勇[1,2]、鈴木 大輝[1,2]
*Yu Komatsu[1,2], Taiki Suzuki[1,2]

1. アストロバイオロジーセンター 、2. 国立天文台
1. Astrobiology Center, 2. National Astronomical Observatory of Japan

As argued [1], the comets and meteorites may have provided a large amount of prebiotic molecules to the Early Earth. However, where and how such organic molecules were built is still controversial.

Recently, volatile glycine (NH2CH2COOH) has been detected in the coma of comet 67P/Churyumov-Gerasimenko by the ROSINA mass spectrometer [2], with giving us clues to glycine's interstellar origin. Moreover, in addition to various amino acids, nucleobases, such as purine, uracil, guanine, and xanthine have been identified in the meteorite (e.g., [3]). These studies suggest the formation of prebiotic molecules in the extreme condition prior to the early Earth chemistry.

If prebiotic molecules are built from small atoms or radicals in the cold ISM, the prebiotic molecules must have almost barrier-less formation paths. On the other hand, the bombardment of comets and/or asteroids would have provided very high temperature condition for chemical reactions, which may have led to the decomposition and formation of further complex prebiotic molecules. To understand the formation processes, the quantum chemical calculation is a powerful tool. The previous quantum chemical calculation has already reported the promising chemical paths to amino acids and nucleobases (e.g., [4]).

Here we investigated the possible pathway of pyrimidine, purine, uracil and thymine by the automated exploration of chemical reaction pathways. We have already discovered key dissociations for each molecule. For example, uracil and thymine, the pyrimidine type of nucleobase, have lower barriers to dissociate into an isocyanic acid, which corresponds to the previous laboratory experience, and the rest molecule. Pyrimidine and purine, which are skeleton structures of nucleobases and do not poses any oxygen atoms, have high barriers, implying to require high temperature environment like the bombardment, even though we did not exclude all possibilities of radical reactions. Detailed discussions will be provided on our poster.

References

[1] Ehrenfreund (2002), Rep. Prog. Phys. 65 1427

[2] Altwegg et al. (2016), Sci, 2, e1600285

[3] Simomiya et al. (1990), Geo, 24,343

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[4] Ferus et al. (2015), PNAS, 112, 7109

キーワード：前生物化学、量子化学、DNA / RNA、星間化学
Keywords: Prebiotic Chemistry, Quantum Chemistry, DNA /RNA, Interstellar Chemistry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Formation Process of A Glycine's Precursor Candidate, CH3NH2

*鈴木 大輝[1,2]、Majumdar Liton[3]、大石 雅寿[2]
*Taiki Suzuki[1,2], Liton Majumdar[3], Masatoshi Ohishi[2]

1. 自然科学研究機構アストロバイオロジーセンター、2. 自然科学研究機構国立天文台、3. ジェット推進研究所
1. National Institutes of Natural Sciences Astrobiology Center, 2. National Astronomical Observatory of Japan, 3. NASA Jet Propulsion Laboratory (JPL)

As [1] argued, the comets and meteorites may have provided a large amount of prebiotic molecules to the early Earth. An attempt to understand the origins of life must necessarily begin with detailed studies of the formation and evolution of complex organic molecules (COMs), products of complex chemistry that most likely starts in molecular clouds and continues within the protoplanetary disk.
Since the amino acids are the essential building blocks of life, the search for amino acids and their complex organic precursors at different stages of star and planet formation is one of the exciting topics in modern astronomy. Recently, volatile glycine (NH_2CH_2COOH) was detected in the coma of comet 67P/Churyumov-Gerasimenko by the ROSINA mass spectrometer [2], also giving clues about glycine's interstellar origin. However, the survey observations of glycine toward ISM have been not successful. Therefore, revealing the formation pathways to glycine is important for astrochemistry and astrobiology not only to know the promising glycine-rich sources for future surveys but also to understand the general chemical evolution of N-bearing molecules in the ISM.
In this context, we performed the chemical modeling study for the high-mass star, with the possible formation processes of glycine with theoretically and/or experimentally suggested formation paths [3]. We suggested that glycine was efficiently formed through the following reactions: First, the hydrogenation process to HCN leads to the formation of CH_2NH and CH_3NH_2 on interstellar grain surface (HCN + 2H => CH_2NH, and then CH_2NH + 2H => CH_3NH_2). Then, the destruction of CH_3NH_2 by radicals will form CH_2NH_2. Finally, CH_2NH_2 and COOH radical react to form glycine. For this test, a key molecule would be CH_3OH, whose formation process is well known. Both experiments and theoretical works suggested that CH_3OH is built via grain surface hydrogenation processes to CO (CO + 2H => H_2CO, and then H_2CO + 2H => CH_3OH). If CH_3NH_2 is also produced through hydrogenation process, “CH_3NH_2/CH_3OH” ratio should be well reproduced by the modeling. However, it was difficult to test this formation process due to the very limited number of previous CH3NH2 observations.
With this motivation, we performed the observation of CH_3NH_2 and CH_3OH with ALMA toward high mass star-forming regions, G10.47+0.03, NGC6334I, W51 e1/e2, and G31.41+0.3. As a result, both of CH_3OH and CH_3NH_2 were detected toward all sources. The molecular abundances were derived with rotation diagram method. The high excitation temperatures of 100 and 200 K and compact distributions suggest that CH_3NH_2 emissions originate from the hot and dense regions. The observed molecular abundance ratio, “CH_3NH_2/CH_3OH” ranges from 0.2 to 2.1. The low “CH_3NH_2/CH_3OH” ratio of 0.2 is close to our modeling, supporting that CH_3NH_2 is the product of the hydrogenation process in those sources. However, the higher “CH_3NH_2/CH_3OH” ratio of nearly two, observed toward NGC6334I MM1, could not be reproduced with our modeling under the possible parameter range. Thus, our chemical modeling would not correctly reproduce the physics or chemistry of such CH_3NH_2-rich sources. Further studies of such sources will enable us to promote our knowledge of glycine chemistry and provide us with promising sources for future glycine surveys.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Citations:
[1] Ehrenfreund (2002), Rep. Prog. Phys. 65 1427
[2] Altwegg et al. (2016), Sci, 2, e1600285
[3] Suzuki et al, (2018), ApJ, 825, 51

キーワード：電波天文学、化学モデル、生命関連分子
Keywords: radio astronomy, chemical modeling, prebiotic molecules

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Numerical study on the stellar atmosphere & wind of Cool Stars

*坂上 峻仁[1]、柴田 一成[1]
*Takahito Sakaue[1], Kazunari Shibata[1]

1. 京都大学
1. Kyoto University

Cool stars offer the good opportunities to investigate what environments the Earth-like exoplanets are in, and how they are affected by the host star. TRAPPIST-1 is an ultracool dwarf; the spectral type is M8V (T_{eff} =2559K) with the lower mass of 0.08M_{sun} (radius = 0.11R_{sun}). The star is confirmed to have seven planets (Gillon et al. 2017) and thus greatly interested in not only by stellar astrophysics but also by astrobiology. Here, we report the results of one-dimensional magnetohydrodynamic (MHD) simulation of the stellar wind from TRAPPIST-1. Several solar wind theories, which have been examined observationally, are applied to the case of TRAPPIST-1. Among them, it is the plausible idea that the dissipation of the incompressible MHD wave leads to the heating and driving the stellar wind. For instance, Garraffo et al. 2017 succeeded in the three-dimensional MHD simulation of the stellar wind from TRAPPIST-1, by extending their solar wind model in which the incompressible MHD wave is exhausted by the turbulent dissipation. The incompressible MHD wave, on the other hand, is also affected not only by the turbulent dissipation but also by the nonlinear mode coupling, which leads to the formation of the shock wave and consequently contribute to heating the wind. This nonlinear process has been well investigated to account for the dynamics of the lower solar atmosphere (Kudoh & Shibata 1999) and driving the solar wind (Suzuki & Inutsuka 2005), but not discussed for the stellar wind from TRAPPIST-1. In this study, therefore, we performed the one-dimensional MHD simulation to consider the nonlinear process of the incompressible MHD wave leading to the shock formation, and succeeded in reproducing the stellar wind from TRAPPIST-1.

キーワード：恒星風、低温星、TRAPPIST-1
Keywords: stellar wind, cool stars, TRAPPIST-1

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Design of space exposure experiments of organic matter in Tanpopo 2

*横尾 卓哉[1]、佐藤 智仁[1]、左近 樹[2]、中川 和道[3]、矢野 創[4]、中山 美紀[5]、三田 肇[5]、癸生川 陽子[1]、小林 憲正[1]
*Takuya Yokoo[1], tomohito sato[1], Itsuki Sakon[2], Kazumichi Nakagawa[3], Hajime Yano[4], Miki Nakayama[5], Hajime Mita[5], Yoko Kebukawa[1], Kensei Kobayashi[1]

1. 横浜国立大学大学院、2. 東京大学、3. 神戸大学、4. JAXA、5. 福岡工業大学
1. Yokohama National University, 2. University of Tokyo, 3. Kobe University, 4. JAXA, 5. Fukuoka Institute of Technology

1. Introduction

Large number of organic compounds have been discovered in molecular clouds and in meteorites. Some of organic compounds required for emergence of life are thought to be synthesized in space. Then, meteorites and interplanetary dust particles could deliver them to the Earth. The first Japanese astrobiology space experiment called “Tanpopo” was conducted to study this hypothesis[1].
The objective of the Tanpopo Mission is to understand bi-directional propagation of microorganisms and organic matter between the Earth and space. In other words, in the Tanpopo Mission, we examine whether life exists only on the earth by evaluating whether microorganisms can escape into space and whether organic matter can reach to the Earth from outer space.
As one of subthemes in this project, amino acids and their precursor compounds including complex interstellar organic matter analog were directly exposed to outer space by utilizing the International Space Station (ISS), and recoveries of these organics were measured to understand degradation of organic compounds under the environment of the outer space. In the Tanpopo experiment, hexatriacontane (HTC) was used to prevent the sample from sublimation during exposure to space at the ISS. However, HTC absorbs ultraviolet light with a wavelength of 160 nm or less. To understand the effects of shorter wavelength UV, the next space experiment "Tanpopo 2" applies a new design for direct exposure of organic compounds without HTC and optical windows. In addition to the aluminum plate same as the one used in Tanpopo, the silicon substrates are also used for exposure the sample to space, in the organic matter exposure experiment of “Tanpopo 2“. In the Tanpopo Mission, glycine, hydantoin, isovaline, ethylmethylhydantoin, CAW (complex organic matter produced from proton beam irradiation to CO, NH_3, H_2O mixture) were used, and glycine and CAW showed relatively high recoveries [2]. In "Tanpopo 2", glycine and CA (proton beam irradiation product to CO, NH_3 mixture) on the silicon substrates will be directly exposed to space in addition to the same compounds on the same aluminum plate used in the Tanpopo. The recovered samples will be analyzed by FT-IR, XANES, and SEM, in addition to amino acid analysis.
Here we report the design of the space experiment such as preparation method of the space experiment sample.

2. Experimental

(1) A gas mixture of CO (350 Torr) and NH_3 (350 Torr) and a silicon plate (10 mmϕ) were placed in a glass container, and the gas mixture was irradiated with 2.5 MeV proton beam from a tandem accelerator to deposit organic matter on the plate.
(2) The thickness of the organic matter (CA) film on the silicon plate was measured using a three-dimensional microscope.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

(3) Structural analysis of organic matter (CA) on the silicon plate was also carried out using FT-IR.
(4) Amino acid analysis was carried out by cation exchange HPLC after hydrolyzing silicon plate with CA with 6 M hydrochloric acid at 110 ˚C for 24 hours.
(5) Glycine is planned to be deposited on a silicon substrate by a vacuum vapor deposition equipment (Fukuoka Institute of Technology).

3. Results and Discussion

The CA deposition thickness was approximately 8 μm, but more sample thickness would be required due to potential loss of the organic materials by atomic oxygen present in low Earth orbit during exposure. Thus, we decided to use non-polished Si substrates instead of polished Si substrate. Because the sample can be kept in the bottom of indentations on the rough surface of non-polished substrate, even if a part of sample surface is lost.
Amino acid analyses of CA by cation exchanged HPLC showed, various amino acids including aspartic acid, threonine, glycine, alanine, -aminoisobutyric acid and serine were detected after acid hydrolysis. Glycine was particularly abundant, whose yield was 827 ±7 nmol from a single CA deposited Si substrate.

4. Conclusions

We will conduct the durability test of our samples on the silicon substrate including the vibration test, cooling test, heating test before launch in 2019 with the space X company to the ISS. We are planning to conduct various analyses from recovered samples. The recovery and degradation of these samples will make a further leap forward our understanding of the possible delivery of organic matter from interplanetary dust particles to the early Earth.

5. References

[1] A. Yamagishi, H. Yano, K. Okudaira, K. Kobayashi, S. Yokobori, M. Tabata, H. Kawai, *Biol. Sci. Space*, **21** : 67-75 (2007).
[2] K. Kobayashi *et al.*, 2018 JpGU meeting, Chiba (2018).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 13:45 ~ 15:15 | 102 1F

[M-IS09] 最新の大気科学：ダスト

コンビーナ:石塚 正秀(香川大学)、黒崎 泰典(鳥取大学乾燥地研究センター)、関山 剛(気象庁気象研究所)、長島 佳菜(海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター)、座長:関山 剛

鉱物性ダストは強風により、地表面から発生し、地球内を長距離輸送する。その過程で、雲の形成や太陽放射の吸収・散乱により、気象・気候変化をもたらす。また、海洋に沈着すると、植物プランクトンに栄養塩を供給し、光合成を促進させ、雪氷に沈着すると、アルベドの変化をもたらす。日本などアジア地域では、黄砂現象として知られている。この黄砂現象を理解するためには、幅広い分野の融合が必要である。
発生過程では、乾燥域の地表面条件によってダスト発生量が大きく変化し、その条件を決めるためには、土壌や地形、植生、降水、砂漠、土壌劣化といった分野を扱う。輸送過程では、気象や大気エアロゾル、放射といった分野を扱う。沈着過程では、海洋、雪氷、人や家畜への健康といった分野を扱う。乾燥化や植生の変化は、国の政策や家畜の管理、人口増加といった社会科学的側面も有する。また、ダストや砂丘は地球だけでなく、火星・土星などの他の惑星にも共通する現象である。このように、一つ分野だけでは、ダスト現象を理解することはできず、本セッションを通して、多くの分野の研究者が議論し、情報共有を行うことが重要であり、研究者の交流を進める。

13:45 ~ 13:55

Introduction

13:55 ~ 14:15

[MIS09-01] 大気から海洋へ供給される鉱物および燃焼起源鉄を含んだエアロゾルの全球モデル解析

★招待講演

*伊藤 彰記[1]、山本 彬友[1]、渡辺 路生[1]、相田 真希[1]、Ye Ying[2] (1.海洋研究開発機構、2.アルフレッドウェゲナー極地海洋研究所)

14:15 ~ 14:30

[MIS09-02] イラン7都市の降水中に含まれる不溶性物質の鉱物組成と元素組成の地域的特徴

*横尾 頼子[1]、阪本 千尋[1]、北村 篤志[1]、安間 了[2]、Mehrabani Shiva[3] (1.同志社大学理工学部、2.徳島大学、3.Kurdistan University)

14:30 ~ 14:45

[MIS09-03] Comparison of airborne microbial variations in air samples from Asian-dust source and arrival regions

*牧 輝弥[1]、藤田 達之[1]、松葉 悠真[1]、黒崎 泰典[2]、石塚 正秀[3]、河合 慶[4]、岩坂 泰信[5] (1.金沢大学理工研究域、2.鳥取大学乾燥地研究センター、3.香川大学工学部、4.名古屋大学大学院環境研究科、5.環境創造研究センター)

14:45 ~ 15:00

[MIS09-04] 気象庁エアロゾルモデル(MASINGAR)を用いた越境大気汚染物質による健康影響予測

*大西 一成[1]、関山 剛[2]、黒崎 泰典[3]、篠田 雅人[4] (1.聖路加国際大学公衆衛生大学院／臨床研究支援ユニット、2.気象庁気象研究所、3.鳥取大学乾燥地研究センター、4.名古屋大学大学院環境学研究科)

15:00 ~ 15:15

[MIS09-05] Dust layer captured by an inversion layer over the Gobi Desert on 29–30 April 2015

*河合 慶[1]、西尾 優汰[2]、甲斐 憲次[1,3]、能田 淳[4]、Erdenebadrakh Munkhjargal[1,5]、篠田 雅人[1]、杉本 伸夫[6]、清水 厚[6]、Enkhbaatar Davaanyam[5,7]、Dashdondog Batdorj[8] (1.名古屋大学、2.気象庁、3.茨城大学、4.酪農学園大学、5.モンゴル気象水文環境情報研究所、6.国立環境研究所、7.筑波大学、8.モンゴル気象環境監視庁)

大気から海洋へ供給される鉱物および燃焼起源鉄を含んだエアロゾルの全球モデル解析

Global modeling study of atmospheric supply of lithogenic and pyrogenic Fe-containing aerosols to the ocean

*伊藤 彰記[1]、山本 彬友[1]、渡辺 路生[1]、相田 真希[1]、Ye Ying[2]
*Akinori Ito[1], Akitomo Yamamoto[1], Michio Watanabe[1], Maki Noguchi Aita[1], Ying Ye[2]

1. 海洋研究開発機構、2. アルフレッドウェゲナー極地海洋研究所
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research

大気から海洋へと供給されるエアロゾルは、海洋表層の栄養塩（窒素、リン、鉄）濃度を変化させることで、植物プランクトン（一次生産者）を起点とした食物連鎖（海洋生態系）に影響を与える。しかし、海洋へのエアロゾル供給量が、海水中の溶存鉄濃度および海洋生態系へ与える定量的な影響についてはよく理解されていない。本研究では、全球エアロゾル化学輸送モデルと2種類の海洋物質循環モデルを用いて、大気から海洋へ供給される溶存鉄供給量の違いが海水中の溶存鉄濃度へ与える影響に関して議論する。

標準実験では、全球エアロゾル化学輸送モデルで鉱物および燃焼起源鉄を含んだエアロゾルに対して、大気中での化学的変質過程を考慮に入れた。それに対して、鉱物起源エアロゾルのみを用いて、大気中での化学変質過程を考慮に入れた場合とダスト中の鉄濃度と鉄溶解率を固定した場合との感度実験を行った。

感度実験結果によると、東アジアの風下に当たる北太平洋亜寒帯において、2種類の海洋物質循環モデルは、付加した鉱物および燃焼起源鉄がもたらす植物プランクトンの増殖に類似した空間分布を示した。一方、その応答強度には大きな違いが見られた。さらに、北太平洋域では、観測データ数としては少ないながらも、大気モデルでは再現できないほど、エアロゾル中で高い溶存鉄濃度を示す観測データが得られている。そのため、東アジア域から大気を通して北太平洋へと供給される溶存鉄の動態に関する理解を深める必要がある。

キーワード：鉱物起源ダスト、燃焼起源エアロゾル、大気からの栄養塩供給
Keywords: Mineral dust, Combustion aerosols, Iron deposition

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

イラン7都市の降水中に含まれる不溶性物質の鉱物組成と元素組成の地域的特徴

Regional variations in the elemental and mineral compositions of solid particles in rainwater in Iran

*横尾 頼子[1]、阪本 千尋[1]、北村 篤志[1]、安間 了[2]、Mehrabani Shiva[3]
*Yoriko Yokoo[1], Chihiro Sakamoto[1], Atsushi Kitamura[1], Ryo Anma[2], Shiva Mehrabani[3]

1. 同志社大学理工学部、2. 徳島大学、3. Kurdistan University
1. Faculty of Science and Engineering, Doshisha University, 2. Tokushima University, 3. Kurdistan University

大気降下物は大気を浮遊して直接沈着する乾性降下物と，雨に取り込まれて降水と共に降下する湿性降下物に分けられる．大気降下物は海塩や土壌のような自然由来の物質と人間活動による汚染物質を含む．本研究ではイランの降水中の不溶性物質（以下，ダスト）の鉱物組成と元素組成を調べ，その地域的特徴を明らかにした．

調査地はイラン西部の4都市（Ilam, Ahvaz, Hamedan, Shiraz）とイラン東部の３都市（Mashhad, Birjand, Zahedan）である．西部では2014年10月から2015年7月まで，東部では2016年1月から2017年1月まで1か月毎に採取した降水を，降雨のない月は漏斗とタンクを500 mℓ超純水で洗浄して回収した．試料は孔径0.2 μmメンブレンフィルターを用いて現地でろ過した．フィルターの重量を電子天秤で測定し，ダスト重量を求めた．メンブレンフィルターを超純水で洗浄してダストを分取した．乾燥させたダストをめのう乳鉢で粉砕しX線回折装置を用いて，鉱物組成分析を行った. 混酸でダストを溶かし，ICP質量分析計で元素濃度を分析した．

東部は西部と比べ，どの月でもダスト量が多かった．特にMashhadとZahedan の6～8月の乾季とBirjandの試料でダスト量が多い．イラン東部にはカヴィール砂漠やルート砂漠が広がっており，それらの砂塵がダストに含まれたと考えられる．

石英と長石のピークが全てで検出され，西部では多くの試料に方解石が含まれていたが，東部では方解石のピークが検出されない試料が多かった．西部におけるダストのCa, NaおよびK濃度はそれぞれ0.45～29.33%，0.24～0.82%，0.49～1.94%であるのに比べて，東部のダストの方が，Ca濃度は0.97～6.23%と低く，NaとK濃度は0.59～2.74%，0.88～3.15%と高かった．方解石が多く含まれていた西部のダストとBirjandのダストにおいて，Ca濃度が高いことから，ダスト中のCaは方解石に由来する．西部では乾季のダストは雨季より方解石に富み，この方解石は西部に分布する石灰岩地帯や乾燥地に，東部では砂漠に由来すると考えられる．東部のMashhadとZahedanでは方解石がほとんど含まれないが，Ca濃度が高いダストが見られた．西部に比べてNaとK濃度が高く，長石を含むことから，Caの一部は長石に由来すると考えられる．

濃縮係数（$[X_{試料}/Al_{試料}]/[X_{地殻}/Al_{地殻}]$，X：任意の元素）は，西部ではCd, Sb, Pb, As，東部ではNi, Zn, As, Cd, Sbの最大値が10以上であった．濃縮係数が10以上であると，人間活動が影響していると考えられる．Asは石油やガソリンの燃焼，Pbは精錬活動で排出され，これらは西部で値が大きいので，西部では石油産業の大気への影響が大きく，東部では小さいと考えられる．

キーワード：不溶性物質、元素組成、鉱物組成、西アジア
Keywords: insoluble substance, elemental composition, mineral composition, West Aisa

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Comparison of airborne microbial variations in air samples from Asian-dust source and arrival regions

*牧 輝弥[1]、藤田 達之[1]、松葉 悠真[1]、黒崎 泰典[2]、石塚 正秀[3]、河合 慶[4]、岩坂 泰信[5]
*Teruya Maki[1], Tatsuyuki Fujita[1], Yuuma Mastuba[1], Yasunori Kurosaki[2], Masahide Ishizuka[3], Kei Kawai[4], Yasunobu Iwasaka[5]

1. 金沢大学理工研究域、2. 鳥取大学乾燥地研究センター、3. 香川大学工学部、4. 名古屋大学大学院環境研究科、5. 環境創造研究センター
1. College of Science and Engineering, Kanazawa University, 2. Arid Land Research Center, Tottori University, Tottori University, 3. Faculty of Engineering, Kagawa University, 4. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya Universit, 5. Center for Environmental Creative Studies

Aerosol dust is emerging as a significant vehicle for long-range transport of microorganisms. Nonetheless, many factors relating to this highly influential dispersal mechanisms remain unresolved, including the variation in dispersal bacterial communities during stochastic desert dust events, and the effect of aerosol transit over continental and oceanic surfaces to these communities. Here we elucidated bacterial 16S rRNA gene and fungal ITS-defined changes in airborne microbial communities at Asian-dust source regions (Gobi) and arrival regions (Japan) both lying along the trajectory for dust-event transport. Aerosols collected in the both regions generally reflected local origin from freshwater, marine, plant, or animal sources. In particular, dust events in the Gobi Desert increased these microbial cells and mineral particles to more than ten folds of concentrations. After dust-events occurrences in desert areas, the spore-forming microorganisms (bacteria: Bacillaceae, fungi: Davidiellaceae) and organic-aggregating bacteria (Cytophagaceae) showed high relative abundances, suggesting the survival of some microbes against strict atmospheric stressors over desert. These stress-resistance microbial populations were frequently dominated during Asian-dust evens over Japan, which are located cross China industrial area and Japan Sea. Presumably, atmospheric stressors over desert transit over deserts, anthropogenic polluted areas and oceanic waters strongly selects for airborne microbial populations through atmospheric stressors.

キーワード：バイオエアロゾル、長距離輸送、微生物
Keywords: bioaerosol, long range transport, microorganisms

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

気象庁エアロゾルモデル(MASINGAR)を用いた越境大気汚染物質による健康影響予測

Prediction of health effects of cross-border atmospheric pollutants using the Model of Aerosol Species in the Global Atmosphere (MASINGAR)

*大西 一成[1]、関山 剛[2]、黒崎 泰典[3]、篠田 雅人[4]
*Kazunari Onishi[1], Thomas Sekiyama[2], Yasunori Kurosaki[3], Masato Shinoda[4]

1. 聖路加国際大学公衆衛生大学院／臨床研究支援ユニット、2. 気象庁気象研究所、3. 鳥取大学乾燥地研究センター、4. 名古屋大学大学院環境学研究科
1. Graduate School of Public Health, Support Unit for Conducting Clinically Essential Studies, St.Luke's International University, 2. Meteorological Research Institute, 3. Arid Land Research Center, Tottori University, 4. Graduate School of Environmental Studies Nagoya University

【背景】近年、越境大気汚染物質による健康影響について関心が高まっており、エアロゾル飛来予測のデータが公表されるなど、利用可能な情報が整備されつつある。しかしながら、飛来予測データと健康影響との関連についてはこれまで報告がない 。

【目的】気象庁のエアロゾル飛来予測 データと住民 の自覚症状との関連を調べ、健康への短期的影響を予測する指標としての有用性を検討した。

【方法】越境大気汚染の飛来時期である2011年の秋（10月～11月）に鳥取県の住民に対して実施した自記式日記式の自覚症状調査の結果からアレルギー様 症状のスコアを得た。予測データは、気象庁のMASINGAR(Model of Aerosol Species in the Global Atmosphere) で、越境由来成分の地表濃度を計算した。さらに、大気浮遊粒子状物質の観測値としてSPM濃度およびLIDAR の球形物質の消散係数を用いた。性別、年齢、気温、湿度、気圧を調整し、一般化推定方程式を用いて解析を行った。調査期間中に、29人の参加者から1670件の回答を得た。

【結果】我々は、硫酸エアロゾルにおける予測モデル値と呼吸器症状において有意な相関を得た($r = 0.545$, $p < 0.01$)。四分位に分けた硫酸エアロゾル濃度が高い時[Q4]は、一番低い時[Q1]に対する呼吸器症状のオッズ比が5.31（95%CI：2.18 - 12.96）となり、有意なリスクの上昇を示した。ダスト濃度が高い時、[Q4]は、一番低い時[Q1]に対する呼吸器症状のオッズ比が3.32（95%CI：0.90 - 12.27）とリスク上昇を示したが有意ではなかった。また、予測した硫酸エアロゾル濃度と観測値であるSPM濃度とLIDARの消散係数は中等度の相関となっており、今後の精度向上が期待される($r = 0.542, 0.457$, いずれも$p < 0.01$)。

【考察】11月秋は、春に次いで第2の黄砂シーズンではあるが、調査時期には大規模な黄砂は見られなかったため、ダストと症状との関係は綺麗に出なかったと推測する。一方で、予測された越境大気汚染濃度と実際の自覚症状との関係が示唆され、医学と気象学の融合の有用性を示した。

【結論】本研究において、越境大気汚染物質の短期曝露が呼吸器症状を引き起こす日を予測できる可能性が示唆された。健康予報としてMASINGARのデータを応用できる可能性がある。

キーワード：大気汚染、健康予報、エアロゾル予報
Keywords: Atmospheric air pollution, Health forecast, Aerosol forecast

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Dust layer captured by an inversion layer over the Gobi Desert on 29–30 April 2015

*河合 慶[1]、西尾 優汰[2]、甲斐 憲次[1,3]、能田 淳[4]、Erdenebadrakh Munkhjargal[1,5]、篠田 雅人[1]、杉本 伸夫[6]、清水 厚[6]、Enkhbaatar Davaanyam[5,7]、Dashdondog Batdorj[8]
*Kei Kawai[1], Yuta Nishio[2], Kenji Kai[1,3], Jun Noda[4], Erdenebadrakh Munkhjargal[1,5], Masato Shinoda[1], Nobuo Sugimoto[6], Atsushi Shimizu[6], Enkhbaatar Davaanyam[5,7], Dashdondog Batdorj[8]

1. 名古屋大学、2. 気象庁、3. 茨城大学、4. 酪農学園大学、5. モンゴル気象水文環境情報研究所、6. 国立環境研究所、7. 筑波大学、8. モンゴル気象環境監視庁
1. Nagoya University, 2. Japan Meteorological Agency, 3. Ibaraki University, 4. Rakuno Gakuen University, 5. Information and Research Institute of Meteorology, Hydrology and Environment, Mongolia, 6. National Institute for Environmental Studies, 7. University of Tsukuba, 8. National Agency for Meteorology and Environmental Monitoring, Mongolia

Asian dust originates in arid and semi-arid regions of East Asia, such as the Gobi Desert and the Taklimakan Desert. If the dust emitted from the ground surface reaches the free troposphere, it can be transported toward the Pacific Ocean over a long range by the westerlies. Therefore, the vertical distribution of dust over the source region is a key factor of the long-range transport of dust. In the Gobi Desert, a ceilometer (compact lidar) observation has been conducted at Dalanzadgad, Mongolia, since the end of April 2013. The ceilometer observed a developed dust storm over the ground and a dust layer at a height of 1.2–1.8 km on 29–30 April 2015. According to SYNOP reports, this dust storm had already developed in the upwind region before arriving at Dalanzadgad. This feature was consistent with the sudden increase of the ceilometer observation values. Then, the dust was lifted to a height of 1.2–1.8 km, and the dust layer was observed at almost the same height for 12 hours by the ceilometer. During this dust event, radiosonde observation at Dalanzadgad showed an inversion layer at a height of 1.2–1.5 km over cold air. These results suggest that the dust layer was captured by the inversion layer, which prevented the dust from reaching the free troposphere and restrained the long-range transport of the dust by the westerlies. This study was supported by Research Fellowships of Japan Society for the Promotion of Science (JSPS) for Young Scientists and by Grants-in-Aid for Scientific Research from the JSPS (16H02703, 17H01616, and 18J12795).

キーワード：黄砂・アジアダスト、砂塵嵐・ダストストーム、長距離輸送、シーロメーター、ライダー、ゴビ砂漠
Keywords: Asian dust, dust storm, long-range transport, ceilometer, lidar, Gobi Desert

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | 102 1F

[M-IS09] 最新の大気科学：ダスト

コンビーナ:石塚 正秀(香川大学)、黒崎 泰典(鳥取大学乾燥地研究センター)、関山 剛(気象庁気象研究所)、長島 佳菜(海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター)、座長:長島 佳菜

鉱物性ダストは強風により、地表面から発生し、地球内を長距離輸送する。その過程で、雲の形成や太陽放射の吸収・散乱により、気象・気候変化をもたらす。また、海洋に沈着すると、植物プランクトンに栄養塩を供給し、光合成を促進させ、雪氷に沈着すると、アルベドの変化をもたらす。日本などアジア地域では、黄砂現象として知られている。この黄砂現象を理解するためには、幅広い分野の融合が必要である。

発生過程では、乾燥域の地表面条件によってダスト発生量が大きく変化し、その条件を決めるためには、土壌や地形、植生、降水、砂漠、土壌劣化といった分野を扱う。輸送過程では、気象や大気エアロゾル、放射といった分野を扱う。沈着過程では、海洋、雪氷、人や家畜への健康といった分野を扱う。乾燥化や植生の変化は、国の政策や家畜の管理、人口増加といった社会科学的側面も有する。また、ダストや砂丘は地球だけでなく、火星・土星などの他の惑星にも共通する現象である。このように、一つ分野だけでは、ダスト現象を理解することはできず、本セッションを通して、多くの分野の研究者が議論し、情報共有を行うことが重要であり、研究者の交流を進める。

15:30 ~ 15:45

[MIS09-06] アンサンブルシミュレーションを用いた火星におけるダスト拡大地域の特定

*小郷原 一智[1]、磯田 祥吾[1] (1.滋賀県立大学工学部)

15:45 ~ 16:00

[MIS09-07] 原子間力顕微鏡を用いた個別エアロゾル粒子の付着力測定

*大野 耕平[1]、水島 悠希[4]、岩田 歩[3]、古家 正規[1]、土屋 望[1]、松木 篤[2] (1.金沢大学大学院自然科学研究科、2.金沢大学環日本海域環境研究センター、3.慶應義塾大学理工学部、4.金沢大学理工学域)

16:00 ~ 16:15

[MIS09-08] Occurrence of micro-meso scale dust storms and its relationship to the vegetation and topography in Mongolian grassland and Gobi Desert

*甲斐 憲次[1]、河合 慶[2]、牧 輝弥[3]、能田 淳[4] (1.茨城大学教育学部、2.名古屋大学大学院環境学研究科、3.金沢大学理工研究域、4.酪農学園大学獣医学類)

16:15 ~ 16:30

[MIS09-09] A trial of elucidation for dust emission conditions in East Asia by synoptic data analyses and a field observation

*黒崎 泰典[1]、武 靖[1]、Buyantogtokh Batjargal[1]、石塚 正秀[2]、Batdelger Gantsetseg[3] (1.鳥取大学、2.香川大学、3.IRIMHE, Mongolia)

16:30 ~ 16:45

[MIS09-10] Monitoring and assessing aeolian desertification processes based on a dust erodibility index – A case study in the Xilingol grassland, China

*Jing Wu[1]、Yasunori Kurosaki[1]、Chunling Du[2]、Tao Wang[3] (1. Arid Land Research Center, Tottori University、2.School of Economics and Management, Inner Mongolia Agricultural University、3.Northwest Institute of Eco-Environment and Resources, Chinese Academy of Sciences)

16:45 ~ 17:00

[MIS09-11] 中国内モンゴル草原における地表面状況と人間活動のダストに与える影響

*咏 梅[1]、篠田 雅人[2]、バンザラクチ ナンデンチチゲ[2] (1.中国内モンゴル師範大学、2.名古屋大学)

アンサンブルシミュレーションを用いた火星におけるダスト拡大地域の特定

Favorable regions for dust haze transport revealed by ensemble simulations

*小郷原 一智[1]、磯田 祥吾[1]
*Kazunori Ogohara[1], Shogo Isoda[1]

1. 滋賀県立大学工学部
1. School of Engineering, University of Shiga Prefecture

Dust is the major source of the solar heating in the Martian atmosphere and then drives the circulation of dust itself. Dust events (dust storms, dust devils and dust haze) are disasters in the Mars atmosphere near the surface because they can generate strong winds and block sunlight almost completely. Statistics of dust events have been studied by analyzing atmospheric temperature, dust optical depth and visible images observed by successive orbiters, landers and rovers. Active areas of local dust storms, including curvilinear and textured storms have been identified observationally. The tendency of such small scale dust events should be affected by the large scale atmospheric conditions such as thermal or dynamical stabilities. Activity of regional dust storms has been investigated using the vast number of images observed by Mars Orbiter Camera onboard Mars Global Surveyor (MGS/MOC) and MARs Color Imager onboard Mars Reconnaissance Orbiter (MRO/MARCI). They tend to break out near the storm zones in the northern mid-latitudes and are probably very linked to baroclinic instability and the fronts. Although mechanisms of the growth, maintenance and decay of global dust storms have not been well investigated, most of global dust storms started in the southern spring to summer seasons as regional storms were merging with each other.
Questions about the mechanisms of dust storms and haze are as follow:
- Why does a dust storm/haze break out?
- Why does the dust storm/haze expand?
Mechanisms of initiation and maintenance of local dust storms will be understood and categorized into a few types in the near future by statistical studies. They can be also inferred from observations and theories of terrestrial dust storms. However, there are local dust storms also in the northern mid-latitudes. Why do not the local storms grow into regional dust storms? Why do not all regional dust storms merge with each other? Ogohara and Satomura (2011) found five favorable regions for expansion of local dust haze (FRs) and revealed what kind of the atmospheric phenomena controls the dust haze transport around such regions. However, it still remains unclear whether these five FRs are also favorable for dust haze transport climatologically because they performed just a single year calculation. Thus, we identify the climatologically robust FRs in this study by ensemble simulations. If such FRs were found, atmospheric phenomena characteristic of the FRs would govern the dust transport around there.
Each ensemble simulation is performed in the same manner as that by Ogohara and Satomura (2011). Although they could not separate injected dust from the background dust due to the model architecture, wee modify the model in this study so that I can treat the injected and background dust separately. The first spin-up run started from an isothermal (220 K) condition with constant surface pressure (6.4 hPa) and no wind over the entire planet. Fifty kinds of small disturbances are added to the temperature output data of the first spin-up run. The small disturbances of temperature at each sigma level are normal random numbers. The standard deviation of the distribution function is 0.01 times of the standard deviation of temperature at the sigma level of the first spin-up result. The second spin-up runs are

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

performed for 1 MY from L_s=180 independently using the 50 kinds of the output data of the first spin-up run with small disturbances as the initial data. After these spin-up runs, fifty global maps of dust haze expansion potential are made using the output data from the 50 kinds of the second spin-up runs as the initial data. The maps of dust haze expansion potential clearly show that there are a few robust FRs in the northern fall season. Also, it turns out that standard deviations of dust haze expansion are significantly higher in the northern high latitudes than in the low latitudes. The reasons why dust tends to expand around the robust FRs are the same as those explained by Ogohara and Satomura (2011). However, high ensemble standard deviation in dust haze expansion is clearly shown at the first time by this study. In the presentation, we will show when dust haze tends to spread extensively and when it does not.

キーワード：火星、ダストストーム、アンサンブルシミュレーション
Keywords: Mars, dust storm, ensemble simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

原子間力顕微鏡を用いた個別エアロゾル粒子の付着力測定
Measurement of adhesion force of individual aerosol particles by atomic force microscopy

*大野 耕平[1]、水島 悠希[4]、岩田 歩[3]、古家 正規[1]、土屋 望[1]、松木 篤[2]
*Kohei Ono[1], Yuki Mizushima[4], Ayumi Iwata[3], Furuya Masaki[1], Nozomu Tsuchiya[1], Atsushi Matsuki[2]

1. 金沢大学大学院自然科学研究科、2. 金沢大学環日本海域環境研究センター、3. 慶應義塾大学理工学部、4. 金沢大学理工学域
1. Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University, 2. Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, 3. Faculty of Science and Technology, Keio University, 4. College of Science and Technology, Kanazawa University

原子間力顕微鏡によるフォースカーブマッピングから個別エアロゾル粒子の付着力を定量的に評価する手法を開発した。この手法を検証するため、まずモデル大気エアロゾルとしてPSL、硫酸アンモニウム、石英砂を対象にフォースカーブマッピング測定を実施し、付着力の分布と代表値が取得できることを確認した。その後、実大気中エアロゾル粒子への応用として、金沢大学キャンパス内で採集された長距離輸送後の黄砂を対象に付着力測定を実施した。走査型電子顕微鏡とエネルギー分散型X線分析(SEM-EDX)によって実大気エアロゾル粒子のタイプを同定し、粒子の種類間で付着力の比較を行った。変質したケイ酸塩主体の黄砂粒子は変質前の黄砂粒子よりも付着力が増加しており、硫酸塩エアロゾルや海塩粒子といった無機塩粒子の付着力に近い値を示した。Ca-richな黄砂はケイ酸塩主体の粒子よりも大きな付着力を持っており、変質黄砂粒子の化学組成の違いによる付着力の差が明らかとなった。さらに、有機物に富むと考えられるいくつかの粒子は、変質したCa-rich黄砂粒子よりもさらに高い付着力を示した。以上の結果は、内部混合粒子の付着力評価におけるフォースカーブマッピングの有効性と同時に、個別粒子レベルで付着力を評価する必要性を示すものである。

キーワード：黄砂、原子間力顕微鏡(AFM)、付着力、長距離輸送、沈着、変質
Keywords: Asian dust, Atomic Force Microscopy(AFM), adhesion force, long-range transport, deposition, aging

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Occurrence of micro-meso scale dust storms and its relationship to the vegetation and topography in Mongolian grassland and Gobi Desert

*甲斐 憲次[1]、河合 慶[2]、牧 輝弥[3]、能田 淳[4]
*Kenji Kai[1], Kei Kawai[2], Teruya Maki[3], Jun Noda[4]

1. 茨城大学教育学部、2. 名古屋大学大学院環境学研究科、3. 金沢大学理工研究域、4. 酪農学園大学獣医学類
1. College of Education, Ibaraki University , 2. Nagoya University, 3. Kanazawa University, 4. Rakuno-Gakuen University

Gobi Desert and Mongolian grassland are one of the main sources of the Asian dust. In order to investigate the occurrence of micro-meso scale dust storms and its relationship to the vegetation and topography, we conducted moving observations running across the Gobi Desert from Ulaanbaatar to Dalanzadgad in springs of 2015-2017. An optical particle counter (OPC: Aerotrak 9306-V2), a sunphotometer (Microtops II) and meteorological instrument were installed in a car.

The vegetation had a suppression effect on the dust emission. Number concentrations of coarse particles (1-10 μm) decreased from the desert to the grassland. They had significant negative correlations with the vegetation (NDVI) from 3 μm to 10 μm, but the number concentration at 0.3 –0.5 μm had little correlation to the vegetation.

During the moving observations, we found a hotspot of dust storms in the Gobi Desert. An analysis of Himawari-8 Dust RGB clearly shows that the hotspot appeared at a jointing point of two valleys, a bottleneck and an exit of a valley.

In summary, the horizontal distribution of number concentrations of aerosol particles reflected the surface vegetation. Locations of the hotspot were determined by a local topography such a jointing point of two valleys.

キーワード：アジアダスト、ひまわり8号DustRGB、ダストストームのホットスポット
Keywords: Asian dust, Himawari-8 Dust RGB, Hotspot of dust storms

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

A trial of elucidation for dust emission conditions in East Asia by synoptic data analyses and a field observation

*黒崎 泰典[1]、武 靖[1]、Buyantogtokh Batjargal[1]、石塚 正秀[2]、Batdelger Gantsetseg[3]
*Yasunori Kurosaki[1], Jing Wu[1], Batjargal Buyantogtokh[1], Ishizuka Masahide[2], Batdelger Gantsetseg[3]

1. 鳥取大学、2. 香川大学、3. IRIMHE, Mongolia
1. Tottori University, 2. Kagawa University, 3. IRIMHE, Mongolia

Mineral dust particles are blown up into the free atmosphere by sand-dust storm (SDS) in drylands, and they are broadly distributed by wind in the upper atmosphere. SDS is a type of disaster in drylands, which sometimes kills people and animal, destroys infrastructure, reduces merchandise value of livestock etc. In downwind regions like Japan, there is reports on its health effect. In the global scale, there are many reports about their effects on climate via direct and indirect effects of radiation. Many researchers have developed numerical dust model to avoid such damages, but their accuracy is still low, especially in its emission phase (Uno et al. 2006; Carmichael et al. 2008).

We can divide causes of dust emission (in other words, wind erosion) into erosivity (i.e., ability of wind to cause erosion) and erodibility (i.e., susceptibility of soil and land surface to wind erosion represented by the threshold wind speed for dust emission). Erosivity can be expressed by one parameter, which is wind speed and accuracy for its observation and its forecast is relatively reliable. On the other hand, erodibility has many parameters relating with soil and land surface such as soil particle size, soil wetness, crust, soil freeze, snow cover, vegetation cover, and we have a very big hurdles for monitoring all with high accuracy. This can be a big reason of low accuracy of dust emission modeling.

Tottori University set up a dust monitoring system at Tsogt-Ovoo, Mongolia, which is located in a northern part of the Gobi Desert. We have clarified that effects of soil crust (Ishizuka et al. 2012 SOLA), vegetation cover in topographic depression (Gantsetseg et al. 2017 J. of Arid Land), stone (Buyantogtokh et al. 2019 in preparation), dead leaves on erodibility. We also have conducted analyses of wind and present weather data included in synoptic report to elucidate dust emission conditions, which differs place by place. Kurosaki et al. (2011 GRL) clarified that dust emission frequencies increased at many synoptic meteorological observatories in East Asia from 1990s to 2000s and the major causes are in increased erodibility, which can be shown by reductions of threshold wind speed. Wu et al. (2016 SOLA) clarified that the major causes for dust emission are different station by station in East Asia. Wu et al. (2019 in preparation) clarified that effect of livestock number at Abaga Qi, which is located at Xilingol Grassland, China.

キーワード：乾燥地、風送ダスト、風食、侵食能、受食性
Keywords: drylands, aeolian dust, wind erosion, erosivity, erodibility

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Monitoring and assessing aeolian desertification processes based on a dust erodibility index –A case study in the Xilingol grassland, China

*Jing Wu[1], Yasunori Kurosaki[1], Chunling Du[2], Tao Wang[3]

1. Arid Land Research Center, Tottori University, 2. School of Economics and Management, Inner Mongolia Agricultural University, 3. Northwest Institute of Eco-Environment and Resources, Chinese Academy of Sciences

Aeolian desertification is land degradation characterized by wind erosion, which is dependent on erosivity and erodibility. Progressive aeolian desertification causes dust to occur frequently, which has negative impacts on the environment and human health. To effectively prevent the expansion of aeolian desertification, it is crucial to monitor the processes of aeolian desertification and understand its mechanism(s). However, due to its complexity, it is difficult to apply a common indicator for monitoring desertification status.
In this study, we assessed aeolian desertification by using a dust erodibility index as an indicator that reflects the vulnerability of the land surface to wind erosion. We used dust occurrence ratio (DOR), which was calculated as the ratio of the frequency of dust occurrence to the frequency of strong winds, to represent the status of aeolian desertification. We evaluted aeolian desertification procesess at one site (Abaga-Qi) in the Xilingol grassland during the period 1974–2013. DOR values during 2001–2013 were notably higher than those in 1974–2000, indicating that land surface conditions became vulnerable to wind erosion in recent years. However, the DOR values trended lower from 2001 to 2013, corresponding to periods in which restoration projects were implemented aimed at combating desertification in China. To understand the mechanism(s) underlying aeolian desertification after the implementation of restoration projects, we conducted multiple regression analysis of climatic variables (precipitation and temperature) and an anthropogenic variable (livestock number) on recent variations (2001–2013) in aeolian desertification. Stepwise multiple regression results indicate that the recent decline in DOR values was associated with abundant precipitation and low temperature during summer of the previous year and a small livestock population at the end of the previous year. Livestock reduction made the greatest contribution. Our results suggest that aeolian desertification can be effectively reversed by reducing the number of livestock in the Xilingol grassland.

Keywords: desertification, erodibility, climate change, human activity, livestock

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中国内モンゴル草原における地表面状況と人間活動のダストに与える影響
Influences of land surface conditions and human activities on dust events in Inner Mongolian grasslands, China

*咏 梅[1]、篠田 雅人[2]、バンザラクチ ナンデンチチゲ[2]
*Mei Yong[1], Masato Shinoda[2], Nandintsetseg Banzragch[2]

1. 中国内モンゴル師範大学、2. 名古屋大学
1. Inner Mongolia normal university, 2. Nagoya university

Aeolian processes in temperate grasslands (TGs) are unique in that the plant growth–decay cycle, soil moisture, and land-use interactivity affect seasonal and interannual variations of dust events. When compared with Mongolian TGs, Inner Mongolian TGs are characterized by unique land-uses (settle grazing and grass mowing). Since 2003, to prevent desertification and dust storms, land-uses have been controlled by the grassland protection law. We used process-based ecosystem (DAYCENT) and statistical models as well as dust event observations during March–June 1981–2015 to (1) identify critical land surface factors that control dust emission (soil moisture and vegetation components; live grasses, standing dead grasses and litter) in Inner Mongolian steppe and desert steppe sites, and (2) estimate the impacts of the controlled land-use law on dust events. The DAYCENT model realistically simulated dynamics of the vegetation components and soil moisture that were captured by observations (2005–2015). Results showed that at both sites, the spring dust events had a similar amplitude of significant correlation with wind speed and a combination of all the surface factors that retained anomalies (memory) of the preceding year. Among the surface factors, vegetation was a critical dust suppressing factor in Inner Mongolian TGs, similar to Mongolian TGs. Importantly, in the desert steppe, the standing dead grasses had the strongest memory and simultaneous significant correlation with the dust events, while no significant correlations were found in the steppe. This suggests that in the steppe, intensive grazing and mowing resulted in smaller dead grasses and a negligible effect on dust events. Moreover, simulations of dust events under controlled land-use (light grazing) and uncontrolled conditions (heavy grazing) showed that since 2003, the grassland protection law resulted in reduced dust events by 25% and 40% in the steppe and desert steppe, respectively.

キーワード：ダスト、DAYCENTモデル、植生構成、土壌水分、シリンゴル草原
Keywords: Dust events, DAYCENT model, Vegetation components, Soil moisture, Xilingol grassland

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] Eveningポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_38

[M-IS09] 最新の大気科学：ダスト

コンビーナ:石塚 正秀(香川大学)、黒崎 泰典(鳥取大学乾燥地研究センター)、関山 剛(気象庁気象研究所)、長島 佳菜(海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター)

鉱物性ダストは強風により、地表面から発生し、地球内を長距離輸送する。その過程で、雲の形成や太陽放射の吸収・散乱により、気象・気候変化をもたらす。また、海洋に沈着すると、植物プランクトンに栄養塩を供給し、光合成を促進させ、雪氷に沈着すると、アルベドの変化をもたらす。日本などアジア地域では、黄砂現象として知られている。この黄砂現象を理解するためには、幅広い分野の融合が必要である。

発生過程では、乾燥域の地表面条件によってダスト発生量が大きく変化し、その条件を決めるためには、土壌や地形、植生、降水、砂漠、土壌劣化といった分野を扱う。輸送過程では、気象や大気エアロゾル、放射といった分野を扱う。沈着過程では、海洋、雪氷、人や家畜への健康といった分野を扱う。乾燥化や植生の変化は、国の政策や家畜の管理、人口増加といった社会科学的側面も有する。また、ダストや砂丘は地球だけでなく、火星・土星などの他の惑星にも共通する現象である。このように、一つ分野だけでは、ダスト現象を理解することはできず、本セッションを通して、多くの分野の研究者が議論し、情報共有を行うことが重要であり、研究者の交流を進める。

[MIS09-P01] Study on decadal influencing of the teleconnection pattern EA and SCAND on major atmospheric circulation systems of the northern China dust storms during the past 65 years (1954-2018)

*高 涛[1]、咏 梅[2] (1.中国内蒙古自治区気象科学研究所、2.中国内モンゴル師範大学)

[MIS09-P02] **Effects of freeze-thaw and land-surface processes on dust occurrence in the Mongolian desert steppe**

*Kaman kong[1]、Masato Shinoda[1]、Banzragch Nandintsetseg[1,2,3]、Yasunori Kurosaki[4] (1.Nagoya Unviserity、2.Information and Research Institute of Meteorology, Hydrology, and Environment、3.National University of Mongolia、4.Tottori University)

[MIS09-P03] 北太平洋とその縁辺海の表面水中に懸濁する鉱物粒子－海水分析から調べた風送ダストの沈着

*岩本 洋子[1]、植松 光夫[2] (1.広島大学　生物圏科学研究科、2.東京大学　大気海洋研究所)

[MIS09-P04] 石英個別粒子のカソードルミネッセンス分析に基づく，カナダ雪氷コア中のアジアダストの供給源推定とその季節変化

*長島 佳菜[1]、東 久美子[2] (1.海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター、2.国立極地研究所)

[MIS09-P05] 飛砂風洞装置を用いた弱い土壌クラストが飛砂とダスト発生に与える影響の解明

*石塚 正秀[1]、中原 優祐[5]、政岡 瞳見[6]、中尾 元軌[6]、石井 智之[6]、黒崎 泰典[2]、萩野 裕章[3]、中村 公一[7]、Gantsetseg Batdelger[4]、南光 一樹[9]、西原 英治[8]、鈴木 覚[9] (1.香川大学創造工学部、2.鳥取大学乾燥地研究センター、3.森林総合研究所東北支所、4.モンゴル水文気象環境情報研究所、5.香川大学大学院工学研究科、6.香川大学工学部、7.鳥取大学工学部、8.鳥取大学農学部、9.森林総合研究所森林研究部門)

[MIS09-P06] **Effect of stone on sand saltation in Tsogt-Ovoo, Mongolia: Observation and Model simulation**

*Batjargal Buyantogtokh[1]、Yasunori Kurosaki[1]、Masahide Ishizuka[2]、Tsuyoshi Sekiyama[3] (1.Arid Land Research Center, Tottori University、2.Faculty of Engineering and Design, Kagawa University、3.Japan Meteorological Agency, Meteorological Research Institute)

Study on decadal influencing of the teleconnection pattern EA and SCAND on major atmospheric circulation systems of the northern China dust storms during the past 65 years (1954-2018)

*高 涛[1]、咏 梅[2]
*Gao Tao[1], Mei Yong[2]

1. 中国内蒙古自治区気象科学研究所、2. 中国内モンゴル師範大学
1. Inner Mongolia Meteorological Institute, 2. Inner Mongolia Normal University

Frequent cold-air attacks with less precipitation and aired surface conditions are mainly direct causes of more dust storm occurrences over the dust-source-areas during winter-spring season. In this study, the observation records of the horizontal visibility at 65 stations dotted in northern China (35˚-45˚N, 94˚-120˚E) for 65 years (1954-2018) were collected and used to investigate the frequencies of dust storm (DS) and severe dust storm (SDS) events during the term of February-June. As a whole, declining trends were appeared for both DS and SDS during the past several decades. A dust storm frequently occurrence term is confirmed from 1950s to 1970s, with decadal means of 7.1 and 2.5 events for both DS and SDS. From 1980s to 2010s, the DS and SDS decreased significantly with decadal means of 3.8 and 1.1 events, separately. The 1970s is the most frequent dust storm decade, during which 81 DS events have been recorded. Oppositely, the 1990s is the most infrequent decade with totally 25 DS events. Comparing spring precipitation and snow events of the previous winter, the precipitation anomaly of the 1970s is -13.3% and for 1990s, it is 15.9%. Decadal mean of the prior winter snow events are 3.6 and 4.8 respectively for 1970s and 1990s. That means 1970s has less than normal precipitation during winter-spring. The climate was dry. In turn, it had more precipitation during the 1990s, the climate was wet and the dust storm decreased.

By comparing the major atmospheric circulation systems relating to frequent and infrequent dust storm springs, it has been identified that a weak West Pacific subtropical high (WPSH), a strong North Polar vortex (NPV) and a strong and western position East Asian trough (EAT), in general, corresponding to less precipitation and dry climate, and then, a frequent dust storm spring. Contrarily, it is opposite.

Indices of the atmospheric teleconnection pattern EA and SCAND (also named EU1) were issued on the website of the Climate Prediction Center of USA. Influence of these two teleconnection patterns on the major atmospheric circulation systems and dust storms was studied in this work. Analyzed outcomes indicate that the EA has a closely positive connection with the WPSH and the westerly for winter-spring season. A strong WPSH is benefit to the sea vapor transportation for the dust source regions where located in northern China, bring more rainfalls to there. Additionally, a strong westerly over Eurasia confines the extension of the NPV, and the cold air from the Polar decreases, corresponding to an infrequent DS spring. It is opposite when the EA is weak. The SCAND displays a significantly negative relationship with the westerly and a converse variation trend with the DS frequency. The westerly not only has an impact on the NPV, but also affects the EAT as well. The westerly may become weak when the SCAND is strong, at the same term, the meridionality varied big and the polar cold air attacks may increase, lead to more DS weathers. The EAT may becomes strong and moves to more western position while the westerly is weak. This EAT condition is unfavorable to the vapor transferred to the focused area from the East Sea, results in less precipitation and dry climate, DS may increase during the springtime. Conversely, the westerly may become strong when the SCAND is in weak phases. The NPV, in general, is

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

weak and the cold air attacks decrease. The EAT varies weak and move to eastern than normal position, favoring to the vapor transportation and more rainfall moistening the surface soil, the DS may decrease.

キーワード：ダスト、テレコネクションパターン、大気循環、中国北部
Keywords: Dust storm, Teleconnection pattern, Atmospheric circulation, Northern China

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Effects of freeze-thaw and land-surface processes on dust occurrence in the Mongolian desert steppe

*Kaman kong[1], Masato Shinoda[1], Banzragch Nandintsetseg[1,2,3], Yasunori Kurosaki[4]

1. Nagoya Unviserity, 2. Information and Research Institute of Meteorology, Hydrology, and Environment, 3. National University of Mongolia, 4. Tottori University

Dust storms not only cause serious environmental problems, but also influence social and economic activities. They depend on the relationships between erosivity (wind speed) and erodibility (e.g., soil moisture, freeze-thaw cycle, and vegetation). However, in the Mongolian desert steppe (MDS), these relationships have not fully been investigated, particularly the effect of freeze-thaw cycles on dust events. Here, we investigated the impacts of freeze-thaw and land surface processes on dust occurrence at Tsogt-Ovoo in the MDS during 2012–2017. This study uses the saltation number and dust concentration measurements, and modelled land-surface variables by an ecosystem (DAYCENT) model, which was validated with field measurements. Results showed that interannual variations in wind speed and dust concentration were not significantly different within springs (April–June) of 2012–2017. However, large interannual variability of saltation events observed at the same time. Saltation events were high in springs of 2012 and 2015 because small threshold wind speed that was related to dry soil and less vegetation, which were, in turn, the result of less precipitation in the preceding summer. Additionally, saltation events tended to occur after near-surface soil temperature rose above the freezing point. This freeze-thaw process likely plays an important role in increasing the susceptibility of soil to erosion.

Keywords: Mongolian desert steppe, freeze-thaw cycles, land-surface processes, dust occurrence, DAYCENT model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北太平洋とその縁辺海の表面水中に懸濁する鉱物粒子ー海水分析から調べた風送ダストの沈着

Mineral particles suspending in the surface waters of the North Pacific and its marginal seas –atmospheric dust deposition as investigated from seawater analysis

*岩本 洋子[1]、植松 光夫[2]
*Yoko Iwamoto[1], Mitsuo Uematsu[2]

1. 広島大学　生物圏科学研究科、2. 東京大学　大気海洋研究所
1. Graduate School of Biosphere Science, Hiroshima University, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo

Suspended particulate matter (SPM) in the ocean consists of a variety of components from both biogenic and crustal sources. The mineral particles from crustal sources are brought to the oceans mainly via river run-off and atmospheric deposition. The atmospheric pathway becomes important especially in the open ocean far from the continents. In addition, atmospheric dust contains iron which can be used as nutrients for marine phytoplankton. Therefore, it is important to understand the size and chemical characteristics of the mineral particles that deposit to the ocean in understanding the linkage between atmosphere and marine ecosystem.

This study presents the properties of mineral particles in the SPM collected in the North Pacific and its marginal seas (the Sea of Okhotsk, the Bering Sea and the Chukchi Sea) based on bulk and individual particle analyses.

The mineral particles were distributed ubiquitously in the North Pacific even during summer when the influence of atmospheric Asian dust transport is small. Their relative abundances in the total SPM was 5 to15% by number and about 2 to 7% by volume. The size distribution of the suspended mineral particles in the SPM was similar to that of the atmospheric dust aerosols, indicating that mineral dust of background level occurs in the marine boundary layer even in summer.

The shipboard observation during a Kosa (Asian dust) season showed that atmoepheric dust settled onto the ocean surface, and resulted in increase in the mineral particles' concentration four to five times in surface water of the western subarctic North Pacific. The deposition flux of atmospheric dust into the ocean surface by a Kosa-event was calculated to be 270 mg m^{-2} $event^{-1}$. The dissolve iron flux at the Kosa-event was also estimated at 130-230 μg m^{-2} $event^{-1}$, and is found to have a potential to supply enough iron to lead the phytoplankton bloom in HNLC waters. This result confirms that a sporadic supply of dissolved iron that leading to phytoplankton bloom can naturally occur in the western subarctic North Pacific.

キーワード：北太平洋、縁辺海、海水懸濁粒子、黄砂、鉄、地理的分布
Keywords: the North Pacific, Marginal seas, Suspended particulate matters in seawater, Kosa, Iron, Geographical distribution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

石英個別粒子のカソードルミネッセンス分析に基づく，カナダ雪氷コア中のアジアダストの供給源推定とその季節変化

Seasonal change of the Asian dust provenance within the Canadian ice core estimated from cathodoluminescence spectra of single quartz grains

*長島 佳菜[1]、東 久美子[2]
*Kana Nagashima[1], Kumiko Goto-Azuma[2]

1. 海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター、2. 国立極地研究所
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Research and Development Center for Global Change, 2. National Institute of Polar Research

Mineral dust is considered to have a great effect on the natural environment of the Earth by altering the global radiative balance, cloud properties (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) AR5, 2014) and ocean primary productivity (Maher et al., 2010). At present, a large amount of aeolian dust is emitted from the huge dry areas of East Asia, typically the Taklimakan Desert in western China and Gobi in southern Mongolia and northern China (Sun et al., 2001). The dust particles derived from such deserts are transported to China, Korea, Japan, and the northwestern North Pacific by the westerlies and is sometimes transported more than one full circuit around the globe through the westerly jet (Uno et al., 2009). Hence, the Asian dust affects climate/environments throughout the northern hemisphere. For the further investigation and evaluation of Asian dust impacts on global environment, it is critical to determine the amount and main sources of Asian dust transported over long distances.
Ice cores from Mt. Logan (60N, 141E), Canada, are the ideal recorder of seasonal to decadal-scale changes in dust transport over a long distance (Zdanowicz et al., 2006). Hence here we examine the past seasonal change of dust provenance using an ice core from King col (4135m above sea level) at Mt. Logan by utilizing a new provenance-tracing method, cathodoluminescence (CL) spectral analysis of “single” quartz grains (Nagashima et al., 2017). CL spectroscopy can detect crystal-chemical features in quartz such as impurities and intrinsic imperfections that depend on the conditions affecting quartz from its formation onward, which are useful to identify the quartz from two major Asian deserts, the Taklimakan Desert and Mongolian Gobi. The CL analysis was performed on quartz grains within ice core samples corresponding to 1941, 1951, 1967, 1983, and 1986 A.D. (6–7 samples/year). We found most quartz grains from ice core samples show two CL emission bands in red and blue regions, which were deconvolved to at most five emission components, each of which represents a specific defect due to an impurity or imperfection. The statistical analysis using the ratios of emission components exhibits ratios of clusters of each sample, which are mostly between those of quartz from Taklimakan Desert and Mongolian Gobi, suggesting the mixing of quartz from the two deserts. Furthermore, the cluster compositions of ice core samples suggest seasonal and possible decadal-scale changes of the dust provenance transported over a long distance, of which detail will discuss in the presentation.

キーワード：黄砂、供給源、雪氷コア
Keywords: Asian dust, provenance, ice core

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

飛砂風洞装置を用いた弱い土壌クラストが飛砂とダスト発生に与える影響の解明

Wind tunnel experiments for saltation and dust emission under weak crusted Mongolian soil

*石塚 正秀[1]、中原 優祐[5]、政岡 瞳見[6]、中尾 元軌[6]、石井 智之[6]、黒崎 泰典[2]、萩野 裕章[3]、中村 公一[7]、Gantsetseg Batdelger[4]、南光 一樹[9]、西原 英治[8]、鈴木 覚[9]
*Ishizuka Masahide[1], Yusuke Nakahara[5], Hitomi Masaoka[6], Genki Nakao[6], Tomoyuki Ishii[6], Yasunori Kurosaki[2], Hagino Hiroaki[3], Kouichi Nakamura[7], Batdelger Gantsetseg[4], Kazuki Nanko[9], Eiji Nishihara[8], Satoru Suzuki[9]

1. 香川大学創造工学部、2. 鳥取大学乾燥地研究センター、3. 森林総合研究所東北支所、4. モンゴル水文気象環境情報研究所、5. 香川大学大学院工学研究科、6. 香川大学工学部、7. 鳥取大学工学部、8. 鳥取大学農学部、9. 森林総合研究所森林研究部門
1. Kagawa University, Faculty of Engineering and Design, 2. Tottori University, Arid land research center, 3. Forestry and Forest Products Research Institute, Tohoku Research Center, 4. Information and Research Institute of Meteorology Hydrology and Environment, 5. Kagawa University, Graduate school of Engineering, 6. Kagawa University, Faculty of Engineering, 7. Tottori University, Faculty of Engineering, 8. Tottori University, Faculty of Agriculture, 9. Forestry and Forest Products Research Institute, Meteorology and Hydrology

Dryland area is enlarging and its environment is changing in the globe. Mineral dust is generated from such dry area and causes various problems such as health damage which is caused by well-known air pollutants such as $PM_{2.5}$, traffics stoppage due to low visibility, and a reduction of agricultural productivity due to loss of nitrogen and phosphorus contained in surface soil. The nutrients and soil minerals make algal blooms in ocean and its photosynthesis makes CO_2 absorption from atmosphere. Mineral dust itself acts as an ice nuclei primarily and effects cloud formation, and absorbs and/or diffuses solar and infrared radiations secondary. In addition, it transports biological gene of microorganism and bacteria attached to the soil surfaces. Like this, mineral dust gives large influences for various fields and is important to understand the natural and social changes.

This study focuses on the emission process of dust, especially, soil crust effect on the saltation and dust emission. Soil crust is one of the ground surface conditions, which affects dust generation largely due to strong soil aggregation. But it is well not understood how much soil crust effects saltation and dust emission amount yet. To clarify this, wind tunnel experiment was conducted in a laboratory of Forestry and Forest Products Research Institute, Tsukaba, Japan. Toyoura sand is used as saltating grains and Mongol soil which has both finer and larger particles (Loam) sampled at Tsogt-Ovoo in the northern Gobi Desert is used as a target soil. The water ratio is set 0-15 % for making artificial soil crust.

PTV (Particle Tracking Velocimetry) analysis by using a high-speed camera (30000 fps) shows the reduction of kinetic energy of saltation particle after it hits the ground surface. The crusted surface soil was not much erodible under the higher water ratio. Dust concentration decreases under the crusted condition. These findings are fundamental for elucidating the process of dust emission and will link to improve dust forecasting accuracy by atmospheric models.

キーワード：黄砂、アジアンダスト、乾燥地、含水比、PM2.5

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: KOSA, Asian dust, dryland, water ratio, PM2.5

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Effect of stone on sand saltation in Tsogt-Ovoo, Mongolia: Observation and Model simulation

*Batjargal Buyantogtokh[1], Yasunori Kurosaki[1], Masahide Ishizuka[2], Tsuyoshi Sekiyama[3]

1. Arid Land Research Center, Tottori University, 2. Faculty of Engineering and Design, Kagawa University, 3. Japan Meteorological Agency, Meteorological Research Institute

Non-erodible elements (i.e., pebble, stone, bedrock, vegetation, dead leaf) are key factors to control wind erosion. The non-erodible elements can protect the underlining surface by absorbing the wind momentum, thus increasing the threshold velocity for sand movement on the intervening surface (Tan et al., 2013). According to Haustein et al. (2015), however, all results of box models, which are 0-dimensional dust emission models installing schemes of Marticorena and Bergametti (1995), Shao (2004), and Alfero and Gomes (2001), overestimate the horizontal sand flux due to lack of consideration in the surface coverage by the non-erodible elements. This suggests current global and regional dust models don’ t consider the effects of them well. We will show observation and box models result of sand saltation at different land surface characteristics at Tsogt-Ovoo located in a northern part of the Gobi Desert, Mongolia.

An analysis of meteorological observatory data showed that the frequency of dust storms was the highest at Tsogt-Ovoo in East Asia (Kurosaki and Mikami, 2007). There is a topographic depression, whose sizes are about 10 km and 20 km in NE-SW and NW-SE directions, respectively. Such topography makes spatially different soil and land surface characteristics such as bedrock coverage, stone coverage, parent soil particle size and vegetation coverage. We made a measurement of sand saltation and wind speed at 7 sites during 31 April –5 May 2018. We installed ud-101 (Udo 2009; Sherman 2011) at 0.1 m height for sand saltation and anemometer (S-WSA-M003, Onset Company) at 1.7 m height at each site.

Our observation shows the sand saltation counts and threshold wind speed differs very much site-by-site due to differences in non-erodible elements like stone, dead leaf and soil crust. Even though wind speed is high, small counts of sand saltation were observed at Sub18A and Sub18C sites which are highly covered by bedrock and stone, whose coverages (hereafter, BSC) are 76.9% and 50.6%, respectively. Our sand saltation box model, which is based on Shao's dust emission scheme, also showed small sand flux under such high BSC like those sites. Big sand saltation counts were observed at Main and Sub14B sites, those stone coverages are 18.2 % and 17.6 %, respectively. The threshold wind speeds of sand flux with stone effect are similar with observation in the result of model. The observation and model simulations showed that BSC effect is a major controlling factor for sand saltation counts and flux for Sub18A, Sub18C, Main and Sub14B sites.
At Sub14A and Sub18D sites, even though stone coverages are small (2.1% and 6.4%, respectively), our observations show very small sand saltation counts even under strong wind conditions. These results suggest a hypothesis that other non-erodible elements such as standing dead leaves and soil crusts majorly suppress sand saltation, though we could find them by our eyes but we don't have their quantitative data. Our simulations show sand saltation fluxes increase with wind speed. One reason of it is the BSC effect doesn't work very much due to small stone coverages at sites. Another possible reason is effects of other non-erodible elements such as standing dead leaves and soil crusts are not installed in our model but they work very much in reality.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Non-erodible elements, sand saltation, stone effect, box model

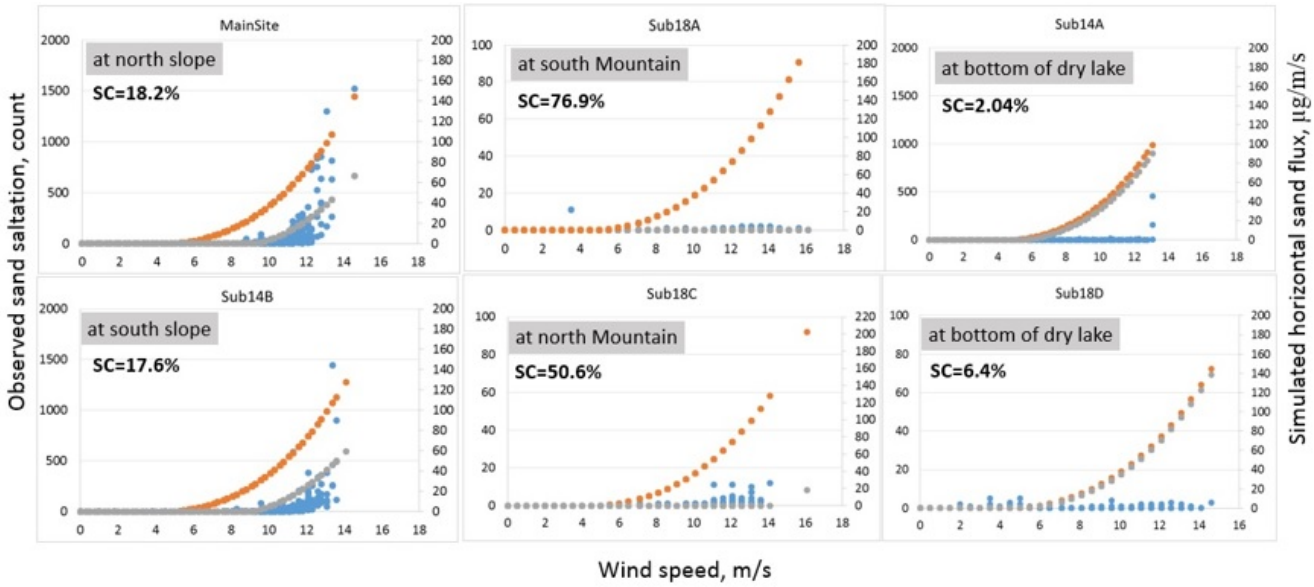


Fig. 1 Observed wind speed (x-axis) and observed sand saltation counts (left axis) (shown by blue dots) at sites which different stone coverage (SC) during the period of May 1-5, 2018 at Tsogt-Ovoo, Mongolia. Simulated wind speed (x-axis) and simulated sand fluxes (right axis) without BSC effect (BSC=0%) (orange dots) and same for with BSC effect (observed BSC value) (gray dots) for same sites and for same period.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 9:00 ~ 10:30 | コンベンションホールB 2F

[M-IS12] 津波堆積物

コンビーナ:千葉 崇(秋田県立大学生物資源科学部)、篠崎 鉄哉(筑波大学アイソトープ環境動態研究センター)、石村 大輔(首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室)、座長:石村 大輔(首都大学東京大学院都市環境科学研究科)

2011年東北地方太平洋沖地震・津波は津波堆積物研究の一つの契機となり、国内外の様々な分野の研究者がこれまで以上に精力的に調査・解析に取り組んでいる。日々新たな知見が蓄積されているものの、津波堆積物の認定基準やその活用方法は今なお確立されたとは言えない。本セッションは、陸上および海洋底の津波堆積物の特徴、古津波堆積物の認定、形成年代の推定精度の向上、認定基準の確立、津波履歴・規模の推定など津波リスク評価に資する研究に加え、津波堆積物を認定する上で重要となる洪水や高潮など、津波以外のイベント堆積物に関する発表も広く募集する。

9:00 ~ 9:15

[MIS12-01] 北海道太平洋沿岸日高南部における海水準変動の影響を受けた津波・洪水履歴

*中西 諒[1]、岡村 聡[1,2]、嵯峨山 積[3]、横山 祐典[4]、宮入 陽介[4] (1.北海道教育大学　札幌校、2.北海道土質試験協同組合、3.北海道総合地質学研究センター、4.東京大学)

9:15 ~ 9:30

[MIS12-02] 千島海溝沿岸の地震性バリアーシステムに認められる17世紀超巨大地震による海岸隆起と大津波の発生時期の前後関係

*七山 太[1,5]、渡辺 和明[1]、深津 恵太[2]、長谷川 健[4]、重野 聖之[3]、石井 正之[6]、石渡 一人[7]、猪熊 樹人[8] (1.産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2.野付半島ネイチャーセンター、3.明治コンサルタント株式会社、4.茨城大学、5.熊本大学　くまもと水資源・減災研究教育センター、6.石井技術士事務所、7.別海町郷土資料館、8.根室市歴史と自然の資料館)

9:30 ~ 9:45

[MIS12-03] 北海道ホロカヤントウにおける2016年6月の低気圧による高波に伴う沿岸地形変化とウォッシュオーバー堆積物

*千葉 崇[1]、西村 裕一[2] (1.秋田県立大学生物資源科学部、2.北海道大学大学院理学研究院)

9:45 ~ 10:00

[MIS12-04] 国後島における津波堆積物調査：2015-2018年の成果

*西村 裕一[1]、高清水 康博[2]、菅原 大助[3]、圓谷 昂史[4]、千葉 崇[5]、中西 諒[6]、Alexander Shishkin[7]、Alexey Gorbunov[8]、Victor Kaistrenko[8]、高橋 明日香[9]、村松 弘規[10]、川添 安之[11]、高松 直史[11] (1.北海道大学大学院理学研究院、2.新潟大学人文社会・教育科学系、3.ふじのくに地球環境史ミュージアム、4.北海道博物館、5.秋田県立大学生物資源科学部、6.北海道教育大学、7.色丹島地球物理学研究所、8.ロシア科学アカデミー海洋地質地球物理研究所、9.気象庁、10.国土地理院、11.文部科学省)

10:00 ~ 10:15

[MIS12-05] 津波堆積物に基づく津波規模評価の試み：南海トラフ地震の例

*菅原 大助[1]、今井 健太郎[2]、岡田 真介[3]、前田 拓人[4] (1.ふじのくに地球環境史ミュージアム、2.海洋研究開発機構、3.東北大学、4.弘前大学)

10:15 ~ 10:30

[MIS12-06] 水路実験から見た津波堆積物の多様性

★招待講演

*山口 直文[1] (1.茨城大学　広域水圏環境科学教育研究センター)

北海道太平洋沿岸日高南部における海水準変動の影響を受けた津波・洪水履歴

Geological Record of Tsunamis and Storms Influenced by Relative Sea-Level Change, Southern Hidaka Coast, Hokkaido, Japan.

*中西 諒[1]、岡村 聡[1,2]、嵯峨山 積[3]、横山 祐典[4]、宮入 陽介[4]
*RYO NAKANISHI[1], Satoshi Okamura[1,2], Tsumoru Sagayama[3], Yusuke Yokoyama[4], Yosuke Miyairi[4]

1. 北海道教育大学　札幌校、2. 北海道土質試験協同組合、3. 北海道総合地質学研究センター、4. 東京大学
1. Hokkaido Edu. Univ., 2. Hokkaido Soil Res. Co-op., 3. HRCG, 4. Univ. Tokyo

北海道太平洋沿岸の日高海岸は，千島海溝を波源とする地震による津波被害を受けてきた地域である．2003年十勝沖地震による津波は襟裳岬を挟む東側の百人浜において標高4mの地点まで遡上痕跡を残した．震源から遠ざかる西側においても局所的に3m近い遡上高が確認されており，襟裳岬を回りこむエッジ波の影響によって特異の津波伝播を示したためと考えられている（Tanioka et al., 2004）．一方，道東地域（十勝ー釧路ー根室地域）における津波堆積物研究から，千島周辺海溝型地震による津波の再来間隔は100-800年，平均して400年であることが報告されており（Sawai et al., 2009），これらの津波は襟裳岬の西側にもおよんだと想定される．しかし，襟裳岬以西の日高海岸では，17世紀頃の津波堆積物とみられる砂層が報告されているのみで，その波源については不明のままである．そこで本研究では襟裳岬の西側に位置する日高海岸南部の浦河町鵜苫において掘削調査を行い，津波の発生時期・再来間隔を明らかにし，襟裳岬を挟む東西地域の比較検討を試みるとともに，古環境との関連についても検討した．

浜堤背後の泥炭湿地においてジオスライサーを用いて掘削調査を実施した結果，腐植層の間に3層の火山灰層と9層のイベント砂層を見出した．層序は上位から1663年有珠b火山灰層（Us-b），946年白頭山-苫小牧火山灰層（B-Tm），2層のイベント層（Us1層，U1層），2700-2500BP樽前山c2火山灰層（Ta-c2），7層のイベント層（U2~8層）からなる．腐植層は，U4層を境に下位は植物繊維の顕著な未分解な腐植層へと急変する．これらのイベント層は，内陸に向けて枚数が減少し，約500m地点（Ta-c2下限の標高3.4m）で全ての砂層が確認できなくなった．U1~8層は海浜砂に良く似た灰色の細粒-中粒砂であり淘汰が良い．砂層は逆級化から正級化を示し，下位の腐植層との境界は明瞭で，厚い層厚を示す砂層ではしばしば偽礫を含む．また，平均粒径と層厚は海岸からの距離・標高と逆相関を示し，河川からの距離とは相関が見られなかった．珪藻微化石分析の結果，腐植層は*Pinnularia*属などの淡水生種が占めるのに対し，イベント砂層には海生種や汽水生種，陸生珪藻が含まれる傾向がある．したがってこれらの堆積物は，海域から運搬されたものであることがわかった．一方，B-Tmの下位にあたるUs1層は，堆積当時の浜堤と考えられる地点から内陸へ数十mの地点（標高2.6m）にのみ分布し，その層厚は20cmほどの厚さであったものが20m内陸ではわずかな薄層に急変する．構成粒子は細粒砂から極粗粒砂であり，直径1cmの扁平礫を含む．これらの特徴はストーム堆積物に類似しており，U1~8層とは区別される．

イベント層の堆積年代を明らかにするために腐植層の^{14}C年代測定を行った結果，最下位のU8層下位では約5500calBP，最上位のU1層は約2000calBPを示し，イベント再来間隔は50~550年とばらつきがあるが平均して400年と見積もられた．このことから本地域のイベント層は北海道東部と同様の千島海溝周辺型地震による津波堆積物である可能性が高い．

イベント層の最大層厚はU7層でもっとも厚く（約10cm），上位に向かって薄くなる傾向がある． U7層は最も内陸まで追跡できる砂層であり，その堆積年代はおよそ4900BPを示し，北海道東部において復元された海水準曲線の高頂期に対応する（Dura et al., 2016）．本地域の腐植層とイベント層の化学組成を連続的に分

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

析すると，約3800BPのU5層以深において深度を増すにしたがってFeとSの顕著な増加傾向が見られる．本地域では，U4層より下位の腐植層が未分解の層相を示していることから，この化学組成の特徴は，U5層以深において黄鉄鉱を含むようなより還元的環境下にあり，硫酸イオンをもたらすような相対的海水準の上昇が生じていたことを示唆する．日高南部に位置する鵡苫地域では，U1層（2000BP）より新しいイベント砂層は認められないことから，約5500BP以降の相対的海水準高頂期には後背湿地に津波が侵入したが，約2000BP以降は浜堤を越えて津波が浸入していなかったと考えられる．以上の検討から，完新世の津波履歴を復元する際は，海水準変動や地形変化を考慮する必要性があることが明らかになった．

Dura, T. et al. (2016) The role of Holocene relative sea-level change in preserving records of subduction zone earthquakes. Curr. Clim. Change. Rep. 2, 86–100.

Sawai, Y., Kamataki, T., Shishikura, M., Nasu, H., Okamura, Y., Satake, K.,… Aung T. T., 2009, Aperiodic recurrence of geologically recorded tsunamis during the past 5500 years in eastern Hokkaido, Japan. Jour. Geophys. Res., 114, B01319.

Tanioka, Y., Nishimura, Y., Hirakawa, K., Imamura, F., Abe, I., Abe, Y……Masaka, S., 2004, Tsunami run-up heights of the 2003 Tokachi-oki earthquake. Earth Planets Space, 56, 359-365.

キーワード：津波堆積物、ストーム堆積物、千島海溝地震、14C年代測定、古環境復元、海水準高頂期
Keywords: Tsunami deposits, Storm deposits, Kuril subduction, Radiocarbon dating, Paleo environment restoration, Holocene High Standard

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

千島海溝沿岸の地震性バリアーシステムに認められる17世紀超巨大地震による海岸隆起と大津波の発生時期の前後関係

Before and after relationship between the seismic uplift and the large tsunami due to the seventeenth-century giant earthquake observed in the seismic barrier systems around the Kuril subduction zone

*七山 太[1,5]、渡辺 和明[1]、深津 恵太[2]、長谷川 健[4]、重野 聖之[3]、石井 正之[6]、石渡 一人[7]、猪熊 樹人[8]
*Futoshi Nanayama[1,5], Kazuaki Watanabe[1], Keita Fukatsu[2], Takeshi Hasegawa[4], Kiyoyuki Shigeno[3], Masayuki Ishii[6], Kazuhito Ishiwata[7], Shigeto Inokuma[8]

1. 産業技術総合研究所　地質調査総合センター、2. 野付半島ネイチャーセンター、3. 明治コンサルタント株式会社、4. 茨城大学、5. 熊本大学　くまもと水資源・減災研究教育センター、6. 石井技術士事務所、7. 別海町郷土資料館、8. 根室市歴史と自然の資料館
1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. Notsuke Peninsula Nature Center, 3. Meiji consultant Co., Ltd., 4. Ibaraki University, 5. CWMD, Kumamoto Univ., 6. Ishii Professional Engineer Office, 7. Betsukai municipal museum, 8. Nemuro City museum history and nature

千島海溝沿岸域は本邦屈指の地震多発地帯である．この地には未開の原野も多く，手つかずの自然が残されており，400～500年間隔で繰り返し発生した超巨大地震（17世紀型）によって生じたバリアー海岸や津波堆積物が広く観察できるが，両者の発生時期の前後関係については未だに明確にされてはいない．特に17世紀に発生したとされる津波堆積物は北海道東部太平洋沿岸の多くの地域で観察出来る．その一方で，根室海峡や根釧～十勝海岸には我が国では珍しい未だ活動的なバリアーシステムが多数認められ，その最も新しいものは17世紀超巨大地震地震が起因となって発生したことが明らかとなっている．我々の研究グループはこれら地震性バリアーシステムの発生時期と大津波の発生時期の前後関係について複数の地域で詳しく地形調査を行い，幾つか興味深い事実が判明したので，その概要を報告する．

本研究はJSPS科研費18K03767の助成を受けたものである．

キーワード：17世紀超巨大地震、津波、広域地殻変動、バリアーシステム、北海道東部、千島海溝
Keywords: Seventeenth-century giant earthquake, Tsunami, Regional crustal movement, Barrier system, eastern Hokkaido, Kuril subduction zone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道ホロカヤントウにおける2016年6月の低気圧による高波に伴う沿岸地形変化とウォッシュオーバー堆積物

Coastal landform changes and Washover deposits due to high waves generated by anatmospheric low-pressure system in June 2016 at Horokayanto, Hokkaido, Japan

*千葉 崇[1]、西村 裕一[2]
*Takashi Chiba[1], Yuichi Nishimura[2]

1. 秋田県立大学生物資源科学部、2. 北海道大学大学院理学研究院
1. Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural University, 2. Graduate School of Science, Hokkaido University

北海道東部太平洋岸に形成されているラグーンの1つであるホロカヤントウでは，2016年6月に発生した低気圧に伴う水位上昇と波浪等の結果，海域と湖を隔てる砂州の南西部が決壊して湖水が海域へ流出した．これに伴い，決壊前はおよそ3.1 mであった湖水位が1.2 mまで低下し，湖底が部分的に露出した．このときの湖水位（1.2m）は，十勝港におけるMHHTLの高さに相当する．砂州南西部の決壊した地点では侵食地形が認められた．一方，砂州の北東部では、海域側から湖側（陸域側）への波浪によって形成された，ウォッシュオーバーファンが認められた．このウォッシュオーバーファンの先端は湖内にまで達しており，極粗粒砂などの粗い砂から構成されていたが，最上部は淡水珪藻が多産する泥質堆積物により部分的に覆われていた．このことは，流出した湖水に含まれる淡水種が海生種とともに，波浪の影響で湖に再流入した可能性を示している．

さらに，沿岸の環境変化に伴う特徴的な珪藻群集の変化も湖周辺で認められた．露出した湖底から，高潮位付近の指標となる*Pseudopodosira kosugii*が，淡水-汽水性及び汽水性-海生種とともに出現した．また，*Denticulopsis* sppなどの新第三紀海生珪藻化石も現生珪藻群集中に認められた．新第三紀海成珪藻化石は，ホロカヤントウ周辺に分布する新第三系の基盤岩から低気圧の影響により浸食を受けて流出し，再堆積したものと推定された．こうしたイベント堆積物中に認められるリワーク珪藻の特徴は，それらの起源を推定し混入のプロセスを理解する上で重要である．

キーワード：ウォッシュオーバー堆積物、砂州決壊、離水湖底、珪藻群集、ホロカヤントウ
Keywords: washover deposit, sandbar breach, emerged lake bottom, diatom assemblage, Horokayanto

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

国後島における津波堆積物調査：2015-2018年の成果
Survey of tsunami deposits in Kunashiri Island: Results obtained in the 2015-2018 projects

*西村 裕一[1]、高清水 康博[2]、菅原 大助[3]、圓谷 昂史[4]、千葉 崇[5]、中西 諒[6]、Alexander Shishkin[7]、Alexey Gorbunov[8]、Victor Kaistrenko[8]、高橋 明日香[9]、村松 弘規[10]、川添 安之[11]、高松 直史[11]
*Yuichi Nishimura[1], Yasuhiro Takashimizu[2], Daisuke Sugawara[3], Takafumi Enya[4], Takashi Chiba[5], Ryo Nakanishi[6], Alexander Shishkin[7], Alexey Gorbunov[8], Victor Kaistrenko[8], Asuka Takahashi[9], Hiroki Muramatsu[10], Yasuyuki Kawazoe[11], Naofumi Takamatsu[11]

1. 北海道大学大学院理学研究院、2. 新潟大学人文社会・教育科学系、3. ふじのくに地球環境史ミュージアム、4. 北海道博物館、5. 秋田県立大学生物資源科学部、6. 北海道教育大学、7. 色丹島地球物理学研究所、8. ロシア科学アカデミー海洋地質地球物理研究所、9. 気象庁、10. 国土地理院、11. 文部科学省
1. Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Institute of Humanities, Social Sciences and Education, Niigata University, 3. Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka, 4. Hokkaido Museum, 5. Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural University, 6. Hokkaido Education University, 7. Shikotan Geophysical Observatory, 8. Institute of Marine Geology and Geophysics, Russian Academy of Sciences, 9. Japan Meteorological Agency, 10. Geospatial Information Authority of Japan, 11. Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology

千島海溝に沿う十勝沖，根室沖から色丹島沖及び択捉島沖にかけての領域は，北海道の津波堆積物の分布を根拠に超巨大地震が発生する確率が高いと評価されている（地震調査委員会，2017）．この長期評価の精度を高めるためには，北方領土においても古地震や古津波のデータを蓄積する必要がある．北方領土では2005年に地震火山専門家交流が始まり．2007年には国後島と色丹島で津波堆積物の日本とロシアの共同調査が実施された（西村ほか，2009）．また，2015年からは毎年，日本とロシアの研究者5-7名が現地に集結して10日間程度の情報交換と津波堆積物調査を実施する事業が，関係機関の協力を得て続けられてきた．

国後島の津波堆積物調査は，2015年から2018年の４年間で延べ30日行なわれた．場所は太平洋岸の東沸からクラオイ川まで直線距離で約50kmの範囲にある沿岸低地で，露頭，ピット掘削，ジオスライサー掘削のいずれかでコアを観察した地点は105カ所に及ぶ．調査した湿原では，手付かずの場所は少なく，戦後まで日本の集落がありその後放置されているところが多かった．それでも，人為的に改変された深さより下位の泥炭中には，火山灰層やイベント砂層がよく保存されていた．

成果としては，まず，津波の痕跡が残されている可能性がある島の太平洋岸の沿岸低地を網羅的に調査できたことが挙げられる．特に古釜布より東には道路も集落もなく，島の協力を得て安全に立ち入ることができた．古釜布から東の低地には，1994年に発生した北海道東方沖地震津波の痕跡とみなせる砂層が，表層近くに明瞭に残されていた．痕跡の分布から推定した1994年津波の遡上は，海岸から50-150m以上，高さ3-4m以上である．これは津波直後の調査や数値計算の結果と矛盾しない．さらに，火山灰30試料ほどについて火山ガラスの化学組成をSEM-EDSにより分析した．結果を層序とともに検討したところ，北海道の火山起源の火山灰である駒ヶ岳c1（1856年），樽前a（1739年），駒ヶ岳c2（1694年），樽前b（1667年），摩周b（約900年前），樽前c（約2700年前）が，いずれも島の複数地点に堆積していることが確認できた．これらの火山灰を鍵層とすると，例えば，古釜布の湿原には17-10世紀の間に1層，10世紀–2700年前の間に２層の津波堆積物候補の砂層があり，およそ1000年に一度の頻度で国後島に堆積物を残す規模の津波が来ていた可能性があることが示唆される．

キーワード：北方領土、国後島、津波堆積物、古地震、火山灰
Keywords: the Northern Territories, Kunashiri Island, tsunami deposit, paleo earthquake, volcanic tephra

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

津波堆積物に基づく津波規模評価の試み：南海トラフ地震の例
Deposit-based assessment of tsunami size: example from Nankai-Trough earthquakes

*菅原 大助[1]、今井 健太郎[2]、岡田 真介[3]、前田 拓人[4]
*Daisuke Sugawara[1], Kentaro Imai[2], Shinsuke Okada[3], Takuto Maeda[4]

1. ふじのくに地球環境史ミュージアム、2. 海洋研究開発機構、3. 東北大学、4. 弘前大学
1. Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka, 2. JAMSTEC, 3. Tohoku University, 4. Hirosaki University

南海トラフ地域では，歴史記録に加え，津波堆積物などの地質記録を元に過去6000年間にわたる地震・津波の履歴が明らかにされてきた．また，地殻変動や地震・津波の数値解析を元に，1707年宝永地震・1854年安政東海・南海地震など，歴史地震・津波の規模や波源域の検討も進められてきた．たとえば，Furumura et al.（2011）は，津波氾濫解析により，津波堆積物が報告されている大分県佐伯市米水津間越の龍神池で砂移動が生じる水理条件をもとに，宝永地震では日向灘沖まで断層破壊が広がっていた可能性を示し，南海トラフ地域における地震発生様式の多様性を指摘している．

一方，近年南海トラフ地域で想定されている最大クラスの地震・津波の規模（内閣府中央防災会議，2012）は，歴史上知られている地震・津波の規模を大きく上回る．その実在性を検討する上で，津波堆積物から得られる情報の重要性は高い．しかし，当地域の津波堆積物の多くは沿岸湖沼や狭小な低地から見出されており，海岸平野のように津波堆積物の空間分布と津波規模を対応させることはできない．当地域では，空間的に限られた範囲で得られる津波堆積物データを，地震・津波の規模情報とどこまで関連付けられるのかを明らかにする必要がある．

本発表では，歴史時代の津波および最大クラスの津波を対象に，上述の龍神池における津波土砂移動の数値解析に基づき，沿岸湖沼における津波堆積物の形成過程・分布や層厚から，津波の波源パラメータについてどの程度定量的な情報を読み取ることができるかを検討する．また，現地での津波堆積物の観察結果と解析結果の照合を試み，既往の地震・津波の規模情報との関連を議論する．

謝辞

H25-32年度文部科学省「南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト」（研究代表者：海洋研究開発機構 金田義行），科研費（課題番号：16H03146）の成果の一部です．ここに記して感謝の意を表します．

文献

Furumura, T., Imai, K., Maeda, T. (2011) A revised tsunami source model for the 1707 Hoei earthquake and simulation of tsunami inundation of Ryujin Lake, Kyushu, Japan. Journal of Geophysical Research, 116, B02308. doi:10.1029/2010JB007918

内閣府中央防災会議（2012）南海トラフの巨大地震モデル検討会．http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/model/index.html

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：南海トラフ、津波、堆積物
Keywords: Nankai Trough, Tsunami, Deposit

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

水路実験から見た津波堆積物の多様性
Flume experiments for understanding variety of tsunami deposit

*山口 直文[1]
*Naofumi Yamaguchi[1]

1. 茨城大学　広域水圏環境科学教育研究センター
1. Center for Water Environment Studies, Ibaraki University

水路実験は，水理条件や堆積物，地形の条件などを設定して調べることができることから，低頻度で直接観測が難しい津波堆積物形成の理解に有効であると考えられている．水路実験による津波堆積物研究は2000年ごろから行われてきたが，その多くは具体的な水理条件や地形条件を想定したものではなかった．しかしここ数年行われてきた，津波堆積物の形成に関わる様々な地形や水理条件の影響に焦点を当てた水路実験によって，より幅広い堆積環境での津波堆積物の形成過程が明らかになってきた．こうした実験を通して得られる，津波堆積物の多様性を理解は，様々な堆積環境での古津波堆積物を正確に識別，解釈するための手がかりとなる．今回の発表では，こうした路実験による津波堆積物の研究の現状と，今後の貢献の可能性について紹介する．

キーワード：津波堆積物、水路実験、堆積過程
Keywords: Tsunami deposit, Flume experiment, Sedimentary process

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | コンベンションホールB 2F

[M-IS12] 津波堆積物

コンビーナ:千葉 崇(秋田県立大学生物資源科学部)、篠崎 鉄哉(筑波大学アイソトープ環境動態研究センター)、石村 大輔(首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室)、座長:篠崎 鉄哉(筑波大学アイソトープ環境動態研究センター)

2011年東北地方太平洋沖地震・津波は津波堆積物研究の一つの契機となり、国内外の様々な分野の研究者がこれまで以上に精力的に調査・解析に取り組んでいる。日々新たな知見が蓄積されているものの、津波堆積物の認定基準やその活用方法は今なお確立されたとは言えない。本セッションは、陸上および海洋底の津波堆積物の特徴、古津波堆積物の認定、形成年代の推定精度の向上、認定基準の確立、津波履歴・規模の推定など津波リスク評価に資する研究に加え、津波堆積物を認定する上で重要となる洪水や高潮など、津波以外のイベント堆積物に関する発表も広く募集する。

10:45 ~ 11:00

[MIS12-07] **Inverse modeling of Tsunami deposit using Deep Learning Neural Network**

*Rimali Mitra[1]、Hajime Naruse[1] (1.Kyoto University, Graduate School of Science)

11:00 ~ 11:15

[MIS12-08] 宮古市摂待における2011年東北沖津波起源の巨礫を用いた津波規模推定法の検討

*竹井 達哉[1,4]、後藤 和久[2]、山田 昌樹[3] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻、2.東北大学災害科学国際研究所、3.東京大学地震研究所、4.東京大学大学院新領域創成科学科複雑理工学専攻)

11:15 ~ 11:30

[MIS12-09] 石巻平野における歴史津波堆積物の年代制約

*手塚 寛[1]、後藤 和久[2]、石澤 尭史[1]、菅原 大助[3]、横山 祐典[4]、宮入 陽介[4] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻、2.東北大学災害科学国際研究所、3.ふじのくに地球環境史ミュージアム、4.東京大学大気海洋研究所)

11:30 ~ 11:45

[MIS12-10] Non-destructive analyzes of sediments to discern tsunami-related mud cap and overlying muds to improve age determination of tsunami deposits

*石澤 尭史[1]、後藤 和久[2]、横山 祐典[3]、宮入 陽介[3] (1.東北大学大学院理学研究科地学専攻、2.東北大学災害科学国際研究所、3.東京大学大気海洋研究所)

11:45 ~ 12:00

[MIS12-11] 潮間帯泥底における高潮堆積物の堆積学的・古生物学的研究ー三浦半島江奈湾でのケーススタディー

*北村 晃寿[1]、山本 有夏[1]、豊福 高志[2] (1.静岡大学理学部地球科学教室、2.海洋研究開発機構)

12:00 ~ 12:15

[MIS12-12] 浅海津波堆積物と生物撹拌

★招待講演

*清家 弘治[1] (1.産業技術総合研究所・地質調査総合センター)

Inverse modeling of Tsunami deposit using Deep Learning Neural Network

*Rimali Mitra[1], Hajime Naruse[1]

1. Kyoto University, Graduate School of Science

Tsunami is one of the most catastrophic disasters along coastal zones, and tsunami deposits are layers of sediment formed by hydrodynamic activities of tsunami. These event deposits provide clues to estimate the recurrence intervals and relative magnitude of prehistoric tsunamis that serve as a tool for future tsunami hazard evaluation. Towards the quantitative assessment of hydraulic conditions of tsunamis from deposits, this study applies the inverse model using deep learning neural network (DNN) for tsunami deposit. In order to conduct machine learning of DNN, forward model calculation was repeated at random initial flow conditions (e.g. maximum inundation height, flow velocity, concentration, etc.) to produce artificial training data sets which represent depositional characteristics such as thickness and grain-size distribution. The model serves as the modified version of previously proposed FITTNUSS model, which incorporates nonuniform and unsteady transport of suspended sediment and also turbulent mixing. Then, DNN was trained for establishing the inverse model on the basis of artificial data sets. SGD (Stochastic gradient descent) is used as an optimizer for this DNN model. Tests using artificial data sets successfully indicated that the established DNN can reconstruct the original flow conditions from the characteristics of deposits. Finally, the model was applied to natural data sets taken from the 2011 Tohoku-Oki Tsunami deposit. The deep learning neural network showed promising result for natural data sets. Comparing to existing inverse models, deep learning neural network enables the inversion to employ a forward model that requires higher computational costs, and to avoid a local optimum. The further applicability and validation of this method will be checked with other parameters, and natural data set from different field visits in future endeavour.

Keywords: Tsunami Deposits, Inverse Modeling, Machine Learning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

宮古市摂待における2011年東北沖津波起源の巨礫を用いた津波規模推定法の検討

Numerical estimation of tsunami size using boulders deposited by the 2011 Tohoku-oki tsunami at Settai, Miyako city, Japan

*竹井 達哉[1,4]、後藤 和久[2]、山田 昌樹[3]
*Tatsuya Takei[1,4], Kazuhisa Goto[2], Masaki Yamada[3]

1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. 東北大学災害科学国際研究所、3. 東京大学地震研究所、4. 東京大学大学院新領域創成科学科複雑理工学専攻
1. Department of Earth Sciences, Graduate School of Science, Tohoku University, 2. International Research Institute of Disaster Science (IRIDeS), Tohoku University, 3. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 4. Department of Complexity Science and Engineering, Graduate School of Frontier Sciences, Tokyo University

Tsunami boulders are important geological evidence to understand paleotsunami activity. Previous studies have intended to extract the information about tsunami size from the distribution of tsunami boulders. However, although several numerical methods have been proposed to estimate tsunami size using tsunami boulders, there have been no studies validating the estimated tsunami size by comparing with the actual tsunami size. Also, it is important to consider the methodology of the estimation of tsunami size using boulders. In this study, we estimated local size of the 2011 Tohoku-oki tsunami at Settai, Miyako City, Japan based on the numerical modeling of boulder transport. We seaerch an incident wave condition of sin waves which could explain the distribution of boulders well. We then compared the estimated results with the tsunami size calculated by existing well-validated tsunami source model. As a result of the simulation, we estimated that the tsunami size was ranging from 9 m to 21 m in wave height and from 60 s to 300 s in period at the point of 5200 m offshore of Settai.This range covers the actual tsunami size; so the tsunami size can be estimated from the boulders in Settai. According to the above results, the method that we proposed was effective. On the other hand, we found that assumption of the initial position of boulders are critically important and it should be constrained by multiple information such as topographic condition and composition of the boulders.

キーワード：津波石、津波規模、数値モデル、シミュレーション
Keywords: Tsunami boulder, Tsunami size, numerical model, simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

石巻平野における歴史津波堆積物の年代制約
Constraint of the ages of historical tsunami deposits on the Ishinomaki Plain

*手塚 寛[1]、後藤 和久[2]、石澤 尭史[1]、菅原 大助[3]、横山 祐典[4]、宮入 陽介[4]
*Hiroshi Tetsuka[1], Kazuhisa Goto[2], Takashi Ishizawa[1], Daisuke Sugawara[3], Yusuke Yokoyama[4], Yosuke Miyairi[4]

1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. 東北大学災害科学国際研究所、3. ふじのくに地球環境史ミュージアム、4. 東京大学大気海洋研究所
1. Department of Earth Science, Tohoku University, 2. International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University, 3. Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka, 4. Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo

津波堆積物は，古津波履歴を解明するのに有用である。2011年の東北地方太平洋沖地震津波でも広範囲の浸水が確認された宮城県の石巻平野では，それ以前に少なくとも6層のイベント堆積物が見出されている（宍倉ほか，2007; Sawai et al., 2012; Takeda et al., 2017）。Sawai et al. (2012)は，新しい3つのイベント堆積物（Sand K, A, B）について歴史記録と照らし合わせており，それぞれ1611年慶長奥州地震，1454年享徳地震，869年貞観地震による津波によって堆積したと推定している。Sand Bについては，915年に降下したとされるTo-aテフラと放射性炭素年代測定によって年代が制約されており，869年貞観地震津波と対比される信頼度は高い。一方で，Sand KおよびSand Aについては，放射性炭素年代測定の結果からは推定が難しい時期にあたり，イベント年代が必ずしも十分な精度をもっていない。津波の再来間隔や広域対比を考える上では，これらのイベント年代の制約をより向上していくことが望ましい。そこで本研究では，石巻平野において掘削調査を行い，放射性炭素年代測定や珪藻分析、花粉分析等を実施することで過去700年間に形成されたと考えられるイベント堆積物の形成年代を総合的に検討した。

本研究では，宮城県東松島市の沿岸部において掘削調査を実施した。掘削試料には，地表から連続する耕作土層の下位にシルトおよび泥炭層が存在し，その合間に1層ないし2層の中粒砂層が見られた。このうち2層の砂層が最も明瞭に確認された掘削試料について，珪藻分析，花粉分析，X線CTスキャンおよび放射性炭素年代測定を実施した。年代測定結果は，OxCal Ver.4.3.2（Bronk Ramsey, 2009）を使用してIntCal13（Reimer et al., 2013）に基づき較正し，層序関係を用いて制約した（Bronk Ramsey, 2008）。

2層の砂層（以下，上位の砂層を砂層1，下位の砂層を砂層2とする）は，1–3 cm程度の砂質シルト層を挟んで近接している。したがって，これらの砂層の成因には，それぞれ別のイベントによって堆積した可能性と，一度のイベントによって堆積した可能性が考えられる。肉眼観察やX線CTスキャンの結果からは，砂質シルト層には多量の砂が混じっていることが示唆され，砂層下位の泥炭層とは明瞭に区別される。また，放射性炭素年代測定によれば，砂質シルト層の年代は砂層1上位のシルト層および砂層2下位の泥炭層の中間的な年代をもっている。更に，砂質シルト層には，淡水種の珪藻が多く含まれており，海～汽水種の珪藻を含まない。この傾向は，淡水種の珪藻がわずかにしか見られず，海～汽水種の珪藻を含む砂層2下位の泥炭層と明確に異なる。したがって，砂層1と2の間の砂質シルト層は，イベント層ではなく定常的に形成された可能性が高い。

砂層1を堆積させたイベントの年代については，2σの範囲で11-407 cal BP，砂層2については357-538 cal BPの値が得られた。これらのイベント年代はそれぞれ，1611年慶長奥州地震および1454年享徳地震と整合的であり，Sawai et al. (2012)の解釈と調和的である。また，花粉分析の結果によれば，砂層1上位ではマツ属複維管束亜属やスギ属が急増している。仙台藩は1621年に「御分国中松杉桐其他御林共念ヲ入ハヤシ可申事」という通達を出しており（『貞山公民治家記録』藩祖伊達政宗顕彰会，1938），花粉分析の結果は17世

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

紀半ば以降の仙台藩の積極的な植林政策を反映していると思われる。したがって，少なくとも砂層1は1611年の津波によって堆積した可能性が高い。

キーワード：地震、津波、1611年慶長奥州地震
Keywords: earthquake, tsunami, AD 1611 Keicho ohsyu earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Non-destructive analyzes of sediments to discern tsunami-related mud cap and overlying muds to improve age determination of tsunami deposits

*石澤 尭史[1]、後藤 和久[2]、横山 祐典[3]、宮入 陽介[3]
*Takashi Ishizawa[1], Kazuhisa Goto[2], Yusuke Yokoyama[3], Yosuke Miyairi[3]

1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. 東北大学災害科学国際研究所、3. 東京大学大気海洋研究所
1. Department of Earth Science, Tohoku University, 2. International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University, 3. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

Age of tsunami deposit is usually determined from dating results of sediments above and below the tsunami derived layers. However, determining the upper boundary of tsunami deposit is often difficult, because the top of tsunami deposit is sometimes comprised of mud-dominated sediment (mud cap) which can be indistinguishable from overlying muddy sediment deposited under normal sedimentary condition. This ambiguity may cause serious problem determining true tsunami ages.

Here we present an examples of non-destructive and destructive analyses of core sample taken from Okirai, Iwate prefecture. Our results indicated that X-CT (X-ray Computed Tomography), XRF (X-ray Fluorescence), and grain size analyses were useful to identify tsunami-related mud cap from overlying muds deposited after tsunami events. Since X-CT and XRF analyses are non-destructive analyses, it is highly recommended to conduct these analyses before subsampling of the sediments for further analyses including radiocarbon dating. Such careful sampling for dating will contribute to improve age estimation of tsunami deposits.

キーワード：津波堆積物、マッドキャップ、非破壊分析
Keywords: Tsunami deposit, Mud cap, Non-destructive analyzes

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

潮間帯泥底における高潮堆積物の堆積学的・古生物学的研究ー三浦半島江奈湾でのケーススタディー
Sedimentological and paleontological studies of storm surge deposits in intertidal mud floor -case study of Ena Bay on Miura Peninsula, Central Japan.

*北村 晃寿[1]、山本 有夏[1]、豊福 高志[2]
*Akihisa Kitamura[1], yamamoto yuka[1], Takashi Toyofuku[2]

1. 静岡大学理学部地球科学教室、2. 海洋研究開発機構
1. Institute of Geosciences, Faculty of Science, Shizuoka University, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)

高潮および津波堆積物の認定は，中・低緯度の活動縁辺域の沿岸低地の災害アセスメントに必要な情報をもたらす．住宅地周辺の沿岸低地の地層における高潮・津波堆積物の調査は，人為改変の拡大のためにますます困難になっている．従って，近年の研究は内湾を含む浅海の堆積物にも及ぶが，内湾堆積物における近年の嵐イベントと高潮堆積物の直接的関係の研究はほとんどない．本研究は，2017年10月23日の大型台風Lan(最低気圧915 hPa)の前後の調査(堆積相・有孔虫群集解析)の比較に基づいて，首都圏南部の江奈湾の干潟堆積物から高潮堆積物を識別した．その分布は潮上帯と潮間帯に限られ，砂質高潮堆積物の海側末端は，高い津波によって典型的に堆積した砂質津波堆積物よりもはるかに狭いことを意味する．

キーワード：高潮堆積物, 底生有孔虫, 現世，干潟堆積物、現世干潟堆積物、底生有孔虫
Keywords: storm surges deposits, recent muddy tidal flat sediments, benthic foraminifer

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

浅海津波堆積物と生物撹拌
Shallow marine tsunami deposits and bioturbation

*清家 弘治[1]
*Koji Seike[1]

1. 産業技術総合研究所・地質調査総合センター
1. Geological Survey of Japan, AIST

The huge tsunami waves induced by the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake severely affected shallow marine ecosystems along the Pacific coast of northeastern Japan. Among shallow marine settings, subtidal seafloor ecosystems composed of fine-grained sediments are the most heavily disturbed by tsunami waves as they are greatly altered by rapid erosion and deposition processes (Seike et al., 2013). In order to discuss preservation potential of the tsunami deposits in relation to sediment mixing by recolonizing benthic animals, we have monitored temporal changes in the sedimentary structures of the tsunami affected area (Seike et al., 2016, 2017a). Tsunami deposits also provide useful information on the nature of bioturbation because there are no pre-existing burrows in the sediments. We revealed the nature of bioturbation such as burrowing depth, substrate-softening effect by echinoid bioturbation on the basis of observations on the 2011 tsunami deposit (Seike et al., 2017b, 2018).

References

Seike et al. (2013) PLoS One 8, e65417.
Seike et al. (2016) Journal of Oceanography, 72, 141–149.
Seike et al. (2017a) Island Arc, 26, e12174
Seike et al. (2017b) PLoS One,12, e0182753
Seike et al. (2018) Journal of Geophysical Research - Oceans, 123, 1376-1392

キーワード：津波堆積物、生物撹拌、三陸
Keywords: tsunami deposits, bioturbation, Sanriku

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_21

[M-IS12] 津波堆積物

コンビーナ:千葉 崇(秋田県立大学生物資源科学部)、篠崎 鉄哉(筑波大学アイソトープ環境動態研究センター)、石村 大輔(首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室)

2011年東北地方太平洋沖地震・津波は津波堆積物研究の一つの契機となり、国内外の様々な分野の研究者がこれまで以上に精力的に調査・解析に取り組んでいる。日々新たな知見が蓄積されているものの、津波堆積物の認定基準やその活用方法は今なお確立されたとは言えない。本セッションは、陸上および海洋底の津波堆積物の特徴、古津波堆積物の認定、形成年代の推定精度の向上、認定基準の確立、津波履歴・規模の推定など津波リスク評価に資する研究に加え、津波堆積物を認定する上で重要となる洪水や高潮など、津波以外のイベント堆積物に関する発表も広く募集する。

[MIS12-P01] サンゴ質津波堆積物を用いた年代推定法の検討

*藤田 稜介[1]、後藤 和久[1]、井龍 康文[1]、石澤 尭史[1]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2] (1.東北大学、2.東京大学大気海洋研究所)

[MIS12-P02] 不確実性を考慮したイベント堆積物の認定方法 -津波堆積物への適用-

*吉井 匠[1]、田中 姿郎[1]、伊藤 由紀[1]、濱田 崇臣[1]、松山 昌史[1] (1.（一財）電力中央研究所)

[MIS12-P03] 津波堆積物認定手法構築のためのイベント堆積物の調査

*田中 姿郎[1]、吉井 匠[1]、平田 康人[1]、濱田 崇臣[1]、松山 昌史[1]、伊藤 由紀[1] (1.一般財団法人電力中央研究所)

[MIS12-P04] 陸上津波堆積物に含まれるマッドクラストの側方変化

*高清水 康博[1]、伊藤 大智 (1.新潟大学)

[MIS12-P05] 岩手・宮城・福島県で確認された2011年東北津波堆積物を用いた津波土砂移動モデルの妥当性・感度評価

*楠本 聡[1]、Gusman Aditya[2]、佐竹 健治[1] (1.東京大学地震研究所、2.GNS Science)

[MIS12-P06] Paleotsunami History in Hachinohe, Aomori Prefecture, northern Japan

*Erick Velasco R.[1]、Kazuhisa Goto[2]、Takahiro Shinohara[1]、Daisuke Sugawara[3]、Yuichi Nishimura[4]、Takashi Chiba[5] (1.Earth Science Department, Graduate Faculty of Science, Tohoku Univ.、2.International Research Institute of Disaster Science (IRIDeS), Tohoku Univ.、3.Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka、4.Graduate School of Science, Hokkaido Univ.、5.Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural Univ.)

[MIS12-P07] 青森県むつ市関根浜におけるイベント堆積物の特徴とその給源

発表キャンセル

*石村 大輔[1]、青木 かおり[2] (1.首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室、2.首都大学東京火山災害研究センター)

[MIS12-P08] **北海道胆振東部地震（2018年9月6日）で形成された噴砂の構造と構成物**

*西村 裕一[1]、千葉 崇[2] (1.北海道大学大学院理学研究院、2.秋田県立大学生物資源科学部)

[MIS12-P09] 北海道・奥尻島南部の津波堆積物と津波波源の推定

*卜部 厚志[1]、加瀬 善洋[2]、川上 源太郎[2]、仁科 健二[2]、小安 浩理[2] (1.新潟大学災害・復興科学研究所、2.道総研・地質研究所)

[MIS12-P10] Inter-seismic and post-seismic tectonic movements detected during the 17th century earthquake and inferred from diatom analysis in Tokachi area, Hokkaido, Japan

*千葉 崇[1]、西村 裕一[2] (1.秋田県立大学生物資源科学部、2.北海道大学理学研究院)

サンゴ質津波堆積物を用いた年代推定法の検討
Discussion of tsunami age estimation using coralline tsunami deposits

*藤田 稜介[1]、後藤 和久[1]、井龍 康文[1]、石澤 尭史[1]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2]
*Ryosuke Fujita[1], Kazuhisa Goto[1], Yasufumi Iryu[1], Takashi Ishizawa[1], Yusuke Yokoyama[2], Yosuke Miyairi[2]

1. 東北大学、2. 東京大学大気海洋研究所
1. TOHOKU University, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo

津波堆積物の年代測定には，一般的に再堆積物である津波堆積物中ではなく通常環境で堆積した上下の土壌層中の有機物を用いて行われる．しかしながら，この方法は沖縄県のように亜熱帯地域に属し，植生による擾乱が激しい地域では不向きである．そのため，津波堆積物中の試料を用いた年代測定が必要であるが，再堆積物を用いてイベント年代を推定するには，多点測定に基づく統計的な検討が不可欠である．本研究では，サンゴや貝殻などの生物殻から主に構成される沖縄県水納島の単一の砂礫質津波堆積物中の海生生物遺骸12点の放射性炭素年代測定を行い，堆積物の年代推定を予察的に試みた．

測定された年代値は，A.D. 1000–1200ごろ（グループA，試料数7），A.D. 750–1000ごろ（グループB，試料数3），B.C. 1000–700ごろ（グループC，試料数2）の3つの年代に集中する傾向がある．試料観察およびXRD，SEM分析により，グループA，Bには，摩耗の程度が比較的少なく陸水の影響も少ないと考えられる試料が属しているのに対し，グループCには摩耗の程度が激しい試料と比較的摩耗が少ない試料が混在していた．

この砂礫質津波堆積物を堆積させた津波イベントの年代は，最も摩耗の程度が少なく，かつ最新の年代を示すグループAに属する試料から推定されるA.D. 1000–1200ごろとするのが妥当だと考えられる．一方，グループBの試料は摩耗の程度はグループAと同程度であるにもかかわらず推定される津波年代よりもやや古い年代値を示しており，例えば津波発生前に死滅し礁池表層等に堆積していたサンゴ片が津波によって運ばれた可能性が考えられる．一方，有意に古い年代を示すグループCの試料は，海岸ないしはサンゴ礁内の海中に古くから堆積していたものが津波によって再堆積した可能性が考えられる．

このように，適切な試料選定を行えば，津波堆積物中の試料から津波発生年代を推定できる可能性があり，試料選定法および統計的解析法を検討していく予定である．

キーワード：津波堆積物
Keywords: tsunami deposit

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

不確実性を考慮したイベント堆積物の認定方法 -津波堆積物への適用-
Identification method of event deposits caused by natural hazards

*吉井 匠[1]、田中 姿郎[1]、伊藤 由紀[1]、濱田 崇臣[1]、松山 昌史[1]
*Takumi Yoshii[1], Shiro Tanaka[1], Yuki Ito[1], Takaomi Hamada[1], Masafumi Matsuyama[1]

1.（一財）電力中央研究所
1. Central Research Institute of Electric Power Industry

地層中に存在するイベント堆積物は、その地点における長期の自然災害履歴を評価する上で重要な資料になりうる。特に、歴史記録に基づく評価が難しい低頻度かつ巨大な自然災害について、地質調査による発生頻度や現象規模の評価が期待されている。2011年の東日本大震災以降、イベント堆積物の一つである津波堆積物については精力的に研究がなされ、自治体のハザードマップ作成や、原子力発電所施設の津波評価などへの実務利用が進んでいる。一方、地質調査という側面から、堆積物調査結果には情報の不確実性が伴う。最も問題となるのは、イベント堆積物の形成起源の認定方法である。津波堆積物においては、主に既報告の津波堆積物との類似性を基に、津波堆積物である可能性が加点式で評価される。しかし、類似性が低い場合、他の自然現象としてどのようなものを想定するべきであるのか、その不確実性はどの程度想定するべきであるのかなど、実務利用において必要な情報が得られているとは言い難い。

本研究では、堆積物の類似性に基づいたイベント起源の認定方法ではなく、複数のイベント起源である可能性を同時に定量的に評価する方法について検討を行った（図-1）。本研究で提案する認定方法では、最初に、調査地点にイベント堆積物を発生しうる自然現象を抽出し、各自然現象における流動・土砂移動の規模・特性（例えば、主流方向、流速、作用回数など）に基づき自然現象を分類する（以下、分類マップ）。次に、分類マップ作成に用いた規模・特性の項目に合わせて、イベント堆積物の調査項目の分類を行なう。ここで、イベント堆積物の情報の不確実性は、各分類内の調査項目の量・質に応じて確率分布として与える。最後に、確率分布に基づき堆積物情報を分類マップにプロットすることにより、各種自然現象および津波堆積物情報がそれぞれ不確実性を有する形で定量的に整理・可視化することができる。

提案した認定方法を、試行的に、津波堆積物の一般的な特徴を有するイベント堆積物に適用した。ただし、堆積物から推測される情報の不確実性については現時点で不明であるため、仮想的な分布を与えた。認定方法を適用した結果、イベント堆積物から得られる情報は、津波および洪水との中間付近に中央値が位置し、分布範囲は両自然現象と重複した。堆積物から得られた情報の不確実性を小さくした場合、堆積物情報の分布範囲は狭まるものの、分布範囲は大きく変化しなかった。一方、イベント堆積物形成時の流速や作用回数に大きな不確実性を想定した場合、堆積物から得られる情報は高潮、津波、洪水にまで分布する形となった。津波堆積物認定においては同じく海水起源の自然現象である高波や高潮との差異が議論されてきたが、本結果は津波堆積物認定においては洪水堆積物との区別が重要であることを示唆している。一方、堆積物起因イベント推定においては、流速などの推定精度の重みが大きいことが示唆された。このような情報は、従来の類似性に基づく認定手法における認定項目の重み付けなどに活用することが可能であると考えられる。

今後本手法を実務適用していくには、分類マップの作成方法の検討や、堆積物情報の不確実性の評価を行なう必要がある。

キーワード：自然災害、津波堆積物、不確実性
Keywords: Natural hazard, Tsunami deposit, uncertainty

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

津波堆積物認定手法構築のためのイベント堆積物の調査
Investigation of event deposits for construction of tsunami deposit discriminating method

*田中 姿郎[1]、吉井 匠[1]、平田 康人[1]、濱田 崇臣[1]、松山 昌史[1]、伊藤 由紀[1]
*Shiro Tanaka[1], Takumi Yoshii[1], Yasuto Hirata[1], Takaomi Hamada[1], Masafumi Matsuyama[1], Yuki Ito[1]

1. 一般財団法人電力中央研究所
1. Central Research Institute of Electric Power Industry

津波堆積物認定手法構築の調査の一環として，津波起源ではないイベント堆積物の調査を実施した．調査対象は，2018年７月の西日本豪雨により発生した土石流堆積物と，9月の21号台風で発生した高潮による堆積物である．主な調査地点は，広島県の広島国際大学の向かいの斜面で発生した土石流によるものと，JR水尻駅の背後で発生した土石流，JR矢野駅の上流の斜面で発生した土石流である．土石流堆積物は発生源に近い斜面の上流側では，巨大な岩塊を主体とする堆積物であり明らかに津波堆積物と区別可能である．一方で，土石流の末端では砂サイズの粒子を主体とした層構造を有する堆積物になる．そこで本調査では土石流末端の堆積物を調査し試料を採取した．高潮による堆積物の調査は，主に兵庫県の芦屋浜と御前浜公園，大阪府の二色の浜で行った．調査は高潮の発生から約10日後に実施しており，芦屋浜と御前浜公園では高潮堆積物の採取が困難であったが，二色の浜では高潮によりできた可能性がある堆積物を採取できた．発表では，土石流末端の堆積物と高潮堆積物について，粒度構成を中心に紹介する．

キーワード：津波堆積物、土石流堆積物、高潮堆積物
Keywords: tsunami deposit, debris flow deposit, storm surge deposit

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

陸上津波堆積物に含まれるマッドクラストの側方変化
Lateral variation of mud clasts in onshore tsunami deposits

*高清水 康博[1]、伊藤 大智
*Yasuhiro Takashimizu[1], Daichi Ito

1. 新潟大学
1. Niigata University

福島県南相馬市小高区にある調査地域の3.11津波堆積物の最下部層に認められるマッドクラスト濃集層が分布することが分かっている．検討した試料はZ07試料（海岸から760 m）とT07試料（海岸から1140 m）の2試料である．両堆積物のマッドクラスト濃集層の詳細解析から，津波の遡上に伴う内陸方向への性状変化を検討した．なお，T07試料のマッドクラスト部は3つの堆積ユニット（下位よりユニット1，2，および3）に細分し，ユニット毎に検討を行った．

Z07試料の基底面形状の空間分析の結果，陸側のほうが海側よりも約1.0 cm高くなっており，面全体に0.5~1.0 cm程度の丸型の凹凸が見られるものの，全体的に平坦な形状を持つことが分かった．一方，T07試料の基底面形状は，深さ5cm程度の強い起伏があり不規則な形状であることが分かった．

T07試料のマッドクラストの中央粒径は-2.9φであったのに対し，Z07試料では，-1.7φ，-2.5φ，および-2.6φであり，T07試料の方がZ07試料よりも粗粒であった．一方，T07試料のマッドクラストの中央円磨度は0.74で，Z07試料の値0.74，0.78，および0.74であり，Z07試料のユニット2が若干高い値を示すものの大きな違いは認められなかった．また，粒径に対する円磨度の相関を検討したところ無相関であることが分かった．これらのことから，本研究で検討した2試料において，マッドクラスト自体の性状は，上流（海側）から下流（内陸側）へ一様に細粒化し，円磨されるようなものではなく，遡上に伴う地表面の侵食作用も一様ではないことが明らかになった．

キーワード：津波堆積物、マッドクラスト、円磨度
Keywords: tsunami deposits, mud clasts, roundness

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

岩手・宮城・福島県で確認された2011年東北津波堆積物を用いた津波土砂移動モデルの妥当性・感度評価

Examination of model validity and sensitivity of tsunami sediment transport modeling using the 2011 Tohoku tsunami deposits in Iwate, Miyagi, and Fukushima Prefectures

*楠本 聡[1]、Gusman Aditya[2]、佐竹 健治[1]
*Satoshi Kusumoto[1], Aditya Gusman[2], Kenji Satake[1]

1. 東京大学地震研究所、2. GNS Science
1. Earthquake Research Institute, the Univ. of Tokyo, 2. GNS Science

津波による土砂移動を再現するため，海岸工学においてさまざまな数値モデル（e.g., 高橋ほか, 1999; 2011; Gusman et al., 2012; 2018）の開発が進んでいる．上記のような土砂移動モデルと津波堆積物の堆積物分布や堆積層厚を組み合わせることで歴史地震や歴史津波の定量的な評価が期待されるが，数値モデルの妥当性や感度について評価した研究は少ない．そこで本研究では，岩手県宮古市沼の浜，宮城県仙台平野，福島県南相馬市井田川低地で確認された2011年東北地方太平洋沖地震の津波堆積物に対して土砂移動モデルを適用し，計算堆積層厚と観測堆積層厚を比較することで数値モデルの妥当性や感度の検証を行った．

本研究では高橋ほか (1999)で提案された一次元土砂移動モデルを使用する．また混合粒径に対して適用するため，調査地ごとに三つの代表粒径を選び，それぞれの粒径で求まった計算堆積層厚の合計を混合粒径の計算堆積層厚として定義した．また，津波波源モデルの制約に対する感度を確かめるためSatake et al. (2013)の55枚小断層モデルを基に11個のシナリオを用意した．

井田川低地と仙台平野では，単一粒径で計算した場合，観測よりはるかに薄い砂しか堆積しなかった．一方，混合粒径を考慮することで，従来の津波波源モデルが観測堆積層厚を最もよく再現することができ，その他のモデルでは過小評価もしくは過大評価となった．また海岸線に沿って植林された海岸林は内陸に堆積する土砂量に大きく寄与することが明らかとなった．沼の浜に関しては，混合粒径より単一粒径として計算したときの方が観測をよく再現した．この原因はおそらく沼の浜の2011年東北津波堆積物が井田川低地や仙台平野のものに比べて粗粒であったためだと思われる．

上記の結果から，土砂移動計算の妥当性は十分にあると判断できる．また，津波波源モデルに対して，従来の手法（津波堆積物の最大分布と計算浸水距離との比較）より高い感度を持っていることが明らかとなった．今後，古津波堆積物への適用に向けてさらなる検証を続ける予定である．

キーワード：津波堆積物、土砂移動計算、2011年東北地方太平洋沖地震
Keywords: tsunami deposit, sediment transport modeling, 2011 Tohoku earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Paleotsunami History in Hachinohe, Aomori Prefecture, northern Japan

*Erick Velasco R.[1], Kazuhisa Goto[2], Takahiro Shinohara[1], Daisuke Sugawara[3], Yuichi Nishimura[4], Takashi Chiba[5]

1. Earth Science Department, Graduate Faculty of Science, Tohoku Univ., 2. International Research Institute of Disaster Science (IRIDeS), Tohoku Univ., 3. Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka, 4. Graduate School of Science, Hokkaido Univ., 5. Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural Univ.

Along the history, the Pacific coast of the Tohoku region has been characterized for facing a vast number of tsunamis associated with the highly active subduction of the Japan Trench. Most of the paleotsunami research has been focused on the south and central third of the Pacific coast of Tohoku, while in the northern third the number of this kind of studies is reduced; on the other hand, on the Pacific coast of Hokkaido paleotsunami research has been conducted to establish the recurrence linked to the Kuril trench (Minoura et al., 2013; Chagué-Goff et al., 2017; Inoue et al., 2017; Sawai, 2017). In Hachinohe, this type of research has not been done, being the results of Inoue et al., 2017 the closest at just 60 km southeastward and where the tsunami heights of the 2011 event were similar (Haraguchi & Iwamatsu, 2011). Because of this paleotsunami studies in Hachinohe are of enormous importance since its position could show tsunami activity related to both Kuril and Pacific trenches and its junction, where large tsunamigenic earthquakes have not been historically registered, hence, being this the primary objective of the present research.

The study site is located on a marine terrace surface elevated between 5-10 MAMSL, on the Kamikita coastal plain (Miyauchi, 1985) and 1.2 km inland from the present shoreline; at the same time, this surface is positioned between the Oirase and Gonohe rivers. We have identified eight sand layers, interbedded with mud and occasional tephra layers. Based on tephra analysis, some of them were possible to confirm as the To-a and To-cu tephra at the top and bottom of the sequence, respectively, giving a range of 6 thousand years of geological history, while the last 1000 years has been apparently eroded, removed or disturbed by human activity. To-a tephra layer contained many diatoms, which implies a water flow or shallow water body as deposition environment. Soils from the top of the section.

The stratigraphic correlation shows that four of the eight sand layers can be well traced landward, and grain analysis shows upward and landward fining. Diatom analysis reveals the presence of marine spices in some sand layers, on the other hand, freshwater and reworked freshwater extinct species were found in the uppermost sand layer (under To-a), suggesting a freshwater inundation event as a genetical source for that. CT number profiles (Hounsfield Units) evidence density changes related to lithological variations between the sand and mud layers. Moreover, XRF core scanner (ITRAX) shows that most of the sand layers are strongly related to a marine origin and exposes concentration of Ti that could be related to heavy minerals concentration and, in consequence, suggesting a sedimentary environment of high energy. Therefore, described evidence suggest a marine origin to the seven sand sheets.

In order to clarify the origin of the sand layers, we performed the numerical simulation to differentiate tsunami sands from storm sands proposed by Watanabe et al. (2018), by comparing wave penetration capacity for each phenomenon; the calculation showed that the only way to carry marine sediments on such further inland is with a tsunami event, if we assume present topography.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Paleotsunami research, Tsunami sedimentology, Numerical simulation, Geochemistry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

青森県むつ市関根浜におけるイベント堆積物の特徴とその給源
Characteristics of event deposits and their source in Sekine-hama, Mutsu city, Aomori prefecture

*石村 大輔[1]、青木 かおり[2]
*Daisuke Ishimura[1], Kaori Aoki[2]

1. 首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室、2. 首都大学東京火山災害研究センター
1. Department of Geography, Tokyo Metropolitan University, 2. Research Center for Volcanic Hazards and Their Mitigation, Tokyo Metropolitan University

2011年東北地方太平洋沖地震以降、日本全国で津波堆積物調査が進められた。特に東北地方太平洋岸では、多くの掘削調査により、津波によると考えられるイベント堆積物が数多く発見されている。一方、調査適地が限られることもあり、そのような研究が実施された地点には偏りがあり、東北地方太平洋岸では、三陸海岸～仙台平野までは多くの研究が実施されているが（澤井ほか，2007；宍倉ほか，2007； Ishimura and Miyauchi, 2015, 2017; Goto et al., 2015; Inoue et al., 2017; 高田ほか，2016，など）、その南北での報告は限られる。本報告では、下北半島北端の青森県むつ市関根浜で見出された津波による可能性があるイベント堆積物について報告する。

青森県むつ市関根浜は、大間崎と尻屋崎の間に位置する。調査地域周辺は、更新世海成段丘と砂丘地形が広がり、海岸のすぐ背後には比較的標高の高い地形が分布する。2011年東北地方太平洋沖地震津波の際は、周辺で2～6 mの遡上高が記録されている（東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ（http://www.coastal.jp/ttjt/））。露頭は、海岸に平行な微高地（標高5 m程度）に露出し、海岸からの距離は約50 m，露頭の高さは約2 mである。採取したイベント堆積物試料については、東北大学所有の自動粒子形状測定装置（Morphologi）を用いて、砂サイズの粒子の粒度を計測した。また、5点の放射性炭素年代測定と1点の火山灰分析を行った。

結果、本露頭には、上位では土壌堆積物中に、下位では湿地～海成堆積物中に計18層の砂質（イベント）堆積物が挟在している。そのうち層厚2.5 cmの砂層は、火山灰分析の結果、最下部（1cm）に若干の十和田a（To-a）テフラ（AD915；町田・新井，2003）起源の火山ガラスを含む白頭山一苫小牧（B-Tm）テフラ（AD946；Oppenheimer et al., 2017）であることがわかった。また、現成の海岸試料と最上部の砂丘砂の粒度分布を指標に他の16層の砂質堆積物の給源を推定すると、14層が海岸を構成する砂を多く含んでいることが示唆された。したがって、これら14層は海岸を供給源とする砂層であり、何らかのイベント（高波、高潮、津波）によって海岸から運搬されたと考えられる。また、いくつかの砂層は、下位との境界が明瞭で側方の連続性が良く、津波堆積物に認められる特徴を示す。放射性炭素年代については、現在測定中の試料があるため、発表までに整理してイベント堆積物の年代を示す予定である。

イベント間の堆積物の特徴から、最下位は海成堆積物、下位から中位は湿地性堆積物、上位は土壌堆積物と判断できる。周囲の地形を考えると、かつては氷期の開析谷を浜堤などが閉塞した潟湖であり、周辺の隆起もしくは潟湖の埋積により淡水化し、泥炭が堆積したと推定される。さらに隆起もしくは潟湖の埋積が進み離水し、土壌が生成され始める。そして、現在では砂丘砂が覆う環境になったと考えられる。

このようなイベント堆積物の特徴と周辺の地形発達から、これら砂層の少なくとも一部は、津波による堆積物である可能性がある。今後は、それら砂層の陸側での分布を把握することで、どのようなイベントで形成されてきたか、そしてその遡上範囲が明らかになると考えられる。

キーワード：イベント堆積物、下北半島、白頭山一苫小牧（B-Tm）テフラ
Keywords: Event deposits, Shimokita peninsula, B-Tm tephra

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道胆振東部地震（2018年9月6日）で形成された噴砂の構造と構成物
Sedimentary structure and composition of sand blows and sand dikes formed by the 2018 Iburi-Tobu Earthquake, Hokkaido, Japan

*西村 裕一[1]、千葉 崇[2]
*Yuichi Nishimura[1], Takashi Chiba[2]

1. 北海道大学大学院理学研究院、2. 秋田県立大学生物資源科学部
1. Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural University

2018年9月6日に発生した北海道胆振東部地震（M6.7）では，震源から約20 km離れた苫小牧市，厚真町，むかわ町の太平洋岸に液状化による噴砂が多数出現した．我々はこの海岸付近の埋立地や河口周辺の低地に形成された噴砂について，堆積物の分布，形，堆積構造および構成物の特徴を調べた．地表に現れた噴砂丘の直径は数十cmから数mで，噴出口が単独のもののほか，いくつかが連結されたものも見られた．また，割れ目から噴出した噴砂も存在した．噴砂丘の構成物は砂，泥，礫，軽石である．断面には層構造が認められ，下位から泥，軽石，砂の順で重なっているものが多い．砂と軽石を含む混合層が地震よって液状化した際，層内で砂と軽石が分離し，上位に集まった軽い粒子から順に噴出したことが示唆される．砂脈については，ピットを掘るかジオスライサーを用いて浅部のみを観察した．砂脈は幅は1mmから10cm程度で，ほとんどがカーブしていたり複雑に折れ曲がったりしている．噴砂丘と砂脈を観察すると，上昇してきた軽石や砂礫が細い管や割れ目の中で詰まり，その後は通り抜けた細粒の粒子のみが地表に噴出した様子がよくわかった．このように，噴砂丘と砂脈の構造は，液状化層を構成する粒子の粒径や比重の特性を反映して複雑なものとなる．今回の観察事実は，液状化と噴砂のプロセスの理解を深めることだけでなく，液状化の痕跡として利用されることが多い地層中の噴砂堆積物を識別し評価する上でも役立つと考えられる．

キーワード：液状化、噴砂、古地震
Keywords: liquefaction, sand blow, paleo-eathquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道・奥尻島南部の津波堆積物と津波波源の推定
Tsunami deposits and tsunami wave source of the southern part of Okushiri Island, Hokkaido

*卜部 厚志[1]、加瀬 善洋[2]、川上 源太郎[2]、仁科 健二[2]、小安 浩理[2]
*Atsushi Urabe[1], Yoshihiro Kase[2], Gentaro Kawakami[2], Kenji Nishina[2], Hiromichi Koyasu[2]

1. 新潟大学災害・復興科学研究所、2. 道総研・地質研究所
1. Research Institute for Natural Hazards and Disaster Recovery, Niigata University, 2. Geological Survey of Hokkaido, Hokkaido Research Organization

北海道南部の檜山・奥尻地域では，これまでの津波堆積物の調査に基づき，①1993年北海道南西沖地震，②1741年渡島大島の山体崩壊，③約12世紀，④約5～6世紀，⑤約2500年前，⑥約3000年前の津波履歴が明らかにされている．一方，約3000年前以前の津波履歴については不明であり，履歴に対応した津波波源についても未解明の課題となっている．ここでは奥尻町南部のワサビヤチでのボーリング調査結果について，概要を報告する．

奥尻町南部の青苗地区に位置するワサビヤチは，狭長な谷地形を示し，海岸付近の谷の狭窄部には，浜堤と砂丘が発達する．谷を埋積する地層の表層（数m程度）は泥炭層が発達し，複数の海浜起源の砂層が挟在する．これらは津波堆積物であるとされている．今回の検討では，より古い時代の津波堆積物の解析を目的として，ワサビヤチの3地点（標高約5m）においてオールコアボーリングを行った．全体として，深度約16m以深は，約8300年前～約9500年前の氾濫原の堆積環境を示す．深度約16m～5mは，主に閉鎖的なラグーン環境を示す細かい平行葉理の発達したシルト～粘土層となる．深度5mより上位は，約5000年前以降に堆積した有機質粘土層や泥炭層からなる汽水～淡水成の堆積環境を示している．

淘汰のよい海浜起源を示唆するイベント砂層は約7400年前以降の複数の層準において認められる．
これまでの検討により，ワサビヤチでは約3000年前までの泥炭層において，OW-1～OW-5の５層準の津波イベントが明らかにされている．今回のボーリング調査では，これらに加えて，約7400年前までの層準において新たにOW-6～OW-20までの津波堆積物を見出した．これらの津波堆積物の前後の堆積相，粒度組成，植物片の含有量，全イオウ量を検討した結果，3つの層準において，ワサビヤチ地区（奥尻島南部）が津波と同時期に隆起したものと推定される．

キーワード：津波堆積物、奥尻島
Keywords: tsunami deposit, okushiri island

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Inter-seismic and post-seismic tectonic movements detected during the 17th century earthquake and inferred from diatom analysis in Tokachi area, Hokkaido, Japan

*千葉 崇[1]、西村 裕一[2]
*Takashi Chiba[1], Yuichi Nishimura[2]

1. 秋田県立大学生物資源科学部、2. 北海道大学理学研究院
1. Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural University, 2. Graduate School of Science, Hokkaido University

It has been evidenced from geological records that paleo-earthquakes accompanied by huge tsunamis occurred at least twice in the last millennium at the southern part of the Kuril Trench. The first of the two tsunamis is supposed to have occurred in the 12-13th century, while the other is supposed to have occurred in the 17th century. The paleo-earthquake and successive tsunami of the 17th century have been particularly investigated by previous studies in the area between Akkeshi to Nemuro at the Hokkaido, Japan. However, the crustal movements due to the earthquake in the area at western side of the Akkeshi such as Tokachi area is still unknown. This lack of substantive information is an obstacle for the studies attempting to calculate the actual impact of the paleo-earthquake and estimating its source region. We conducted a survey using a geo-slicer and GPS. We also performed paleo-environmental reconstruction by diatom analysis for the core samples obtained from the Toberi River mouth area, in Tokachi area to derive indicative data about the crustal movements. Since massive Neogene diatomaceous siltstones sediments containing fossil marine diatoms are widely distributed in the study area, we identified the reworked fossil marine species and excluded it from the diatom analysis in the paleo-environmental reconstruction.As a result of the geo-slicer survey, the tsunami deposits from the coast to the inland up to a distance of 1.8 km in a straight line could be detected. Changes in diatom assemblages which are reflective of inter-seismic subsidence and post-seismic uplift caused by the earthquake were also recognized. On the other hand, inferences derived from diatom analysis of geo-slicer core samples showed that the vertical crustal movement estimated by the elevation of the freshwater-brackish boundary of the core sample was maximum 2.3 m. The freshwater-brackish boundary was identified to be extending up to 1.9 km inland at 3.9 m altitude from the seashore, however it was not conspicuous in the inland and above the elevation at more than 4.0 m. This observation confirmed the relationship between the vertical crustal movements generated by the earthquake and the elevation of pale-sea level. Although it is difficult to reconstruct the crustal movements caused by the 12-13th century earthquake, in light of the above observations it can be concluded that they might possibly have risen up to tens of centimeters at least after the earthquake and then began to change to the inter-seismic subsidence.

キーワード：津波堆積物、地殻変動、珪藻分析、十勝地域
Keywords: tsunami deposit, tectonic movement, diatom analysis, Tokachi area

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_39

[M-IS12] 津波堆積物

コンビーナ:千葉 崇(秋田県立大学生物資源科学部)、篠崎 鉄哉(筑波大学アイソトープ環境動態研究センター)、石村 大輔(首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室)

2011年東北地方太平洋沖地震・津波は津波堆積物研究の一つの契機となり、国内外の様々な分野の研究者がこれまで以上に精力的に調査・解析に取り組んでいる。日々新たな知見が蓄積されているものの、津波堆積物の認定基準やその活用方法は今なお確立されたとは言えない。本セッションは、陸上および海洋底の津波堆積物の特徴、古津波堆積物の認定、形成年代の推定精度の向上、認定基準の確立、津波履歴・規模の推定など津波リスク評価に資する研究に加え、津波堆積物を認定する上で重要となる洪水や高潮など、津波以外のイベント堆積物に関する発表も広く募集する。

[MIS12-P01] サンゴ質津波堆積物を用いた年代推定法の検討

*藤田 稜介[1]、後藤 和久[1]、井龍 康文[1]、石澤 尭史[1]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2] (1.東北大学、2.東京大学大気海洋研究所)

[MIS12-P02] 不確実性を考慮したイベント堆積物の認定方法 -津波堆積物への適用-

*吉井 匠[1]、田中 姿郎[1]、伊藤 由紀[1]、濱田 崇臣[1]、松山 昌史[1] (1.（一財）電力中央研究所)

[MIS12-P03] 津波堆積物認定手法構築のためのイベント堆積物の調査

*田中 姿郎[1]、吉井 匠[1]、平田 康人[1]、濱田 崇臣[1]、松山 昌史[1]、伊藤 由紀[1] (1.一般財団法人電力中央研究所)

[MIS12-P04] 陸上津波堆積物に含まれるマッドクラストの側方変化

*高清水 康博[1]、伊藤 大智 (1.新潟大学)

[MIS12-P05] 岩手・宮城・福島県で確認された2011年東北津波堆積物を用いた津波土砂移動モデルの妥当性・感度評価

*楠本 聡[1]、Gusman Aditya[2]、佐竹 健治[1] (1.東京大学地震研究所、2.GNS Science)

[MIS12-P06] Paleotsunami History in Hachinohe, Aomori Prefecture, northern Japan

*Erick Velasco R.[1]、Kazuhisa Goto[2]、Takahiro Shinohara[1]、Daisuke Sugawara[3]、Yuichi Nishimura[4]、Takashi Chiba[5] (1.Earth Science Department, Graduate Faculty of Science, Tohoku Univ.、2.International Research Institute of Disaster Science (IRIDeS), Tohoku Univ.、3.Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka、4.Graduate School of Science, Hokkaido Univ.、5.Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural Univ.)

[MIS12-P07] 青森県むつ市関根浜におけるイベント堆積物の特徴とその給源

*石村 大輔[1]、青木 かおり[2] (1.首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室、2.首都大学東京火山災害研究センター)

[MIS12-P08] **北海道胆振東部地震（2018年9月6日）で形成された噴砂の構造と構成物**

*西村 裕一[1]、千葉 崇[2] (1.北海道大学大学院理学研究院、2.秋田県立大学生物資源科学部)

[MIS12-P09] 北海道・奥尻島南部の津波堆積物と津波波源の推定

*卜部 厚志[1]、加瀬 善洋[2]、川上 源太郎[2]、仁科 健二[2]、小安 浩理[2] (1.新潟大学災害・復興科学研究所、2.道総研・地質研究所)

[MIS12-P10] Inter-seismic and post-seismic tectonic movements detected during the 17th century earthquake and inferred from diatom analysis in Tokachi area, Hokkaido, Japan

*千葉 崇[1]、西村 裕一[2] (1.秋田県立大学生物資源科学部、2.北海道大学理学研究院)

サンゴ質津波堆積物を用いた年代推定法の検討
Discussion of tsunami age estimation using coralline tsunami deposits

*藤田 稜介[1]、後藤 和久[1]、井龍 康文[1]、石澤 尭史[1]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2]
*Ryosuke Fujita[1], Kazuhisa Goto[1], Yasufumi Iryu[1], Takashi Ishizawa[1], Yusuke Yokoyama[2], Yosuke Miyairi[2]

1. 東北大学、2. 東京大学大気海洋研究所
1. TOHOKU University, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo

津波堆積物の年代測定には，一般的に再堆積物である津波堆積物中ではなく通常環境で堆積した上下の土壌層中の有機物を用いて行われる．しかしながら，この方法は沖縄県のように亜熱帯地域に属し，植生による擾乱が激しい地域では不向きである．そのため，津波堆積物中の試料を用いた年代測定が必要であるが，再堆積物を用いてイベント年代を推定するには，多点測定に基づく統計的な検討が不可欠である．本研究では，サンゴや貝殻などの生物殻から主に構成される沖縄県水納島の単一の砂礫質津波堆積物中の海生生物遺骸12点の放射性炭素年代測定を行い，堆積物の年代推定を予察的に試みた．

測定された年代値は，A.D. 1000–1200ごろ（グループA，試料数7），A.D. 750–1000ごろ（グループB，試料数3），B.C. 1000–700ごろ（グループC，試料数2）の3つの年代に集中する傾向がある．試料観察およびXRD，SEM分析により，グループA，Bには，摩耗の程度が比較的少なく陸水の影響も少ないと考えられる試料が属しているのに対し，グループCには摩耗の程度が激しい試料と比較的摩耗が少ない試料が混在していた．

この砂礫質津波堆積物を堆積させた津波イベントの年代は，最も摩耗の程度が少なく，かつ最新の年代を示すグループAに属する試料から推定されるA.D. 1000–1200ごろとするのが妥当だと考えられる．一方，グループBの試料は摩耗の程度はグループAと同程度であるにもかかわらず推定される津波年代よりもやや古い年代値を示しており，例えば津波発生前に死滅し礁池表層等に堆積していたサンゴ片が津波によって運ばれた可能性が考えられる．一方，有意に古い年代を示すグループCの試料は，海岸ないしはサンゴ礁内の海中に古くから堆積していたものが津波によって再堆積した可能性が考えられる．

このように，適切な試料選定を行えば，津波堆積物中の試料から津波発生年代を推定できる可能性があり，試料選定法および統計的解析法を検討していく予定である．

キーワード：津波堆積物
Keywords: tsunami deposit

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

不確実性を考慮したイベント堆積物の認定方法 -津波堆積物への適用-
Identification method of event deposits caused by natural hazards

*吉井 匠[1]、田中 姿郎[1]、伊藤 由紀[1]、濱田 崇臣[1]、松山 昌史[1]
*Takumi Yoshii[1], Shiro Tanaka[1], Yuki Ito[1], Takaomi Hamada[1], Masafumi Matsuyama[1]

1.（一財）電力中央研究所
1. Central Research Institute of Electric Power Industry

地層中に存在するイベント堆積物は、その地点における長期の自然災害履歴を評価する上で重要な資料になりうる。特に、歴史記録に基づく評価が難しい低頻度かつ巨大な自然災害について、地質調査による発生頻度や現象規模の評価が期待されている。2011年の東日本大震災以降、イベント堆積物の一つである津波堆積物については精力的に研究がなされ、自治体のハザードマップ作成や、原子力発電所施設の津波評価などへの実務利用が進んでいる。一方、地質調査という側面から、堆積物調査結果には情報の不確実性が伴う。最も問題となるのは、イベント堆積物の形成起源の認定方法である。津波堆積物においては、主に既報告の津波堆積物との類似性を基に、津波堆積物である可能性が加点式で評価される。しかし、類似性が低い場合、他の自然現象としてどのようなものを想定するべきであるのか、その不確実性はどの程度想定するべきであるのかなど、実務利用において必要な情報が得られているとは言い難い。

本研究では、堆積物の類似性に基づいたイベント起源の認定方法ではなく、複数のイベント起源である可能性を同時に定量的に評価する方法について検討を行った（図-1）。本研究で提案する認定方法では、最初に、調査地点にイベント堆積物を発生しうる自然現象を抽出し、各自然現象における流動・土砂移動の規模・特性（例えば、主流方向、流速、作用回数など）に基づき自然現象を分類する（以下、分類マップ）。次に、分類マップ作成に用いた規模・特性の項目に合わせて、イベント堆積物の調査項目の分類を行なう。ここで、イベント堆積物の情報の不確実性は、各分類内の調査項目の量・質に応じて確率分布として与える。最後に、確率分布に基づき堆積物情報を分類マップにプロットすることにより、各種自然現象および津波堆積物情報がそれぞれ不確実性を有する形で定量的に整理・可視化することができる。

提案した認定方法を、試行的に、津波堆積物の一般的な特徴を有するイベント堆積物に適用した。ただし、堆積物から推測される情報の不確実性については現時点で不明であるため、仮想的な分布を与えた。認定方法を適用した結果、イベント堆積物から得られる情報は、津波および洪水との中間付近に中央値が位置し、分布範囲は両自然現象と重複した。堆積物から得られた情報の不確実性を小さくした場合、堆積物情報の分布範囲は狭まるものの、分布範囲は大きく変化しなかった。一方、イベント堆積物形成時の流速や作用回数に大きな不確実性を想定した場合、堆積物から得られる情報は高潮、津波、洪水にまで分布する形となった。津波堆積物認定においては同じく海水起源の自然現象である高波や高潮との差異が議論されてきたが、本結果は津波堆積物認定においては洪水堆積物との区別が重要であることを示唆している。一方、堆積物起因イベント推定においては、流速などの推定精度の重みが大きいことが示唆された。このような情報は、従来の類似性に基づく認定手法における認定項目の重み付けなどに活用することが可能であると考えられる。

今後本手法を実務適用していくには、分類マップの作成方法の検討や、堆積物情報の不確実性の評価を行なう必要がある。

キーワード：自然災害、津波堆積物、不確実性
Keywords: Natural hazard, Tsunami deposit, uncertainty

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

津波堆積物認定手法構築のためのイベント堆積物の調査
Investigation of event deposits for construction of tsunami deposit discriminating method

*田中 姿郎[1]、吉井 匠[1]、平田 康人[1]、濱田 崇臣[1]、松山 昌史[1]、伊藤 由紀[1]
*Shiro Tanaka[1], Takumi Yoshii[1], Yasuto Hirata[1], Takaomi Hamada[1], Masafumi Matsuyama[1], Yuki Ito[1]

1. 一般財団法人電力中央研究所
1. Central Research Institute of Electric Power Industry

津波堆積物認定手法構築の調査の一環として，津波起源ではないイベント堆積物の調査を実施した．調査対象は，2018年７月の西日本豪雨により発生した土石流堆積物と，9月の21号台風で発生した高潮による堆積物である．主な調査地点は，広島県の広島国際大学の向かいの斜面で発生した土石流によるものと，JR水尻駅の背後で発生した土石流，JR矢野駅の上流の斜面で発生した土石流である．土石流堆積物は発生源に近い斜面の上流側では，巨大な岩塊を主体とする堆積物であり明らかに津波堆積物と区別可能である．一方で，土石流の末端では砂サイズの粒子を主体とした層構造を有する堆積物になる．そこで本調査では土石流末端の堆積物を調査し試料を採取した．高潮による堆積物の調査は，主に兵庫県の芦屋浜と御前浜公園，大阪府の二色の浜で行った．調査は高潮の発生から約10日後に実施しており，芦屋浜と御前浜公園では高潮堆積物の採取が困難であったが，二色の浜では高潮によりできた可能性がある堆積物を採取できた．発表では，土石流末端の堆積物と高潮堆積物について，粒度構成を中心に紹介する．

キーワード：津波堆積物、土石流堆積物、高潮堆積物
Keywords: tsunami deposit, debris flow deposit, storm surge deposit

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

陸上津波堆積物に含まれるマッドクラストの側方変化
Lateral variation of mud clasts in onshore tsunami deposits

*高清水 康博[1]、伊藤 大智
*Yasuhiro Takashimizu[1], Daichi Ito

1. 新潟大学
1. Niigata University

福島県南相馬市小高区にある調査地域の3.11津波堆積物の最下部層に認められるマッドクラスト濃集層が分布することが分かっている．検討した試料はZ07試料（海岸から760 m）とT07試料（海岸から1140 m）の2試料である．両堆積物のマッドクラスト濃集層の詳細解析から，津波の遡上に伴う内陸方向への性状変化を検討した．なお，T07試料のマッドクラスト部は3つの堆積ユニット（下位よりユニット1，2，および3）に細分し，ユニット毎に検討を行った．

Z07試料の基底面形状の空間分析の結果，陸側のほうが海側よりも約1.0 cm高くなっており，面全体に0.5~1.0 cm程度の丸型の凹凸が見られるものの，全体的に平坦な形状を持つことが分かった．一方，T07試料の基底面形状は，深さ5cm程度の強い起伏があり不規則な形状であることが分かった．

T07試料のマッドクラストの中央粒径は-2.9φであったのに対し，Z07試料では，-1.7φ，-2.5φ，および-2.6φであり，T07試料の方がZ07試料よりも粗粒であった．一方，T07試料のマッドクラストの中央円磨度は0.74で，Z07試料の値0.74，0.78，および0.74であり，Z07試料のユニット2が若干高い値を示すものの大きな違いは認められなかった．また，粒径に対する円磨度の相関を検討したところ無相関であることが分かった．これらのことから，本研究で検討した2試料において，マッドクラスト自体の性状は，上流（海側）から下流（内陸側）へ一様に細粒化し，円磨されるようなものではなく，遡上に伴う地表面の侵食作用も一様ではないことが明らかになった．

キーワード：津波堆積物、マッドクラスト、円磨度
Keywords: tsunami deposits, mud clasts, roundness

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

岩手・宮城・福島県で確認された2011年東北津波堆積物を用いた津波土砂移動モデルの妥当性・感度評価

Examination of model validity and sensitivity of tsunami sediment transport modeling using the 2011 Tohoku tsunami deposits in Iwate, Miyagi, and Fukushima Prefectures

*楠本 聡[1]、Gusman Aditya[2]、佐竹 健治[1]
*Satoshi Kusumoto[1], Aditya Gusman[2], Kenji Satake[1]

1. 東京大学地震研究所、2. GNS Science
1. Earthquake Research Institute, the Univ. of Tokyo, 2. GNS Science

津波による土砂移動を再現するため，海岸工学においてさまざまな数値モデル（e.g., 高橋ほか, 1999; 2011; Gusman et al., 2012; 2018）の開発が進んでいる．上記のような土砂移動モデルと津波堆積物の堆積物分布や堆積層厚を組み合わせることで歴史地震や歴史津波の定量的な評価が期待されるが，数値モデルの妥当性や感度について評価した研究は少ない．そこで本研究では，岩手県宮古市沼の浜，宮城県仙台平野，福島県南相馬市井田川低地で確認された2011年東北地方太平洋沖地震の津波堆積物に対して土砂移動モデルを適用し，計算堆積層厚と観測堆積層厚を比較することで数値モデルの妥当性や感度の検証を行った．

本研究では高橋ほか (1999)で提案された一次元土砂移動モデルを使用する．また混合粒径に対して適用するため，調査地ごとに三つの代表粒径を選び，それぞれの粒径で求まった計算堆積層厚の合計を混合粒径の計算堆積層厚として定義した．また，津波波源モデルの制約に対する感度を確かめるためSatake et al. (2013)の55枚小断層モデルを基に11個のシナリオを用意した．

井田川低地と仙台平野では，単一粒径で計算した場合，観測よりはるかに薄い砂しか堆積しなかった．一方，混合粒径を考慮することで，従来の津波波源モデルが観測堆積層厚を最もよく再現することができ，その他のモデルでは過小評価もしくは過大評価となった．また海岸線に沿って植林された海岸林は内陸に堆積する土砂量に大きく寄与することが明らかとなった．沼の浜に関しては，混合粒径より単一粒径として計算したときの方が観測をよく再現した．この原因はおそらく沼の浜の2011年東北津波堆積物が井田川低地や仙台平野のものに比べて粗粒であったためだと思われる．

上記の結果から，土砂移動計算の妥当性は十分にあると判断できる．また，津波波源モデルに対して，従来の手法（津波堆積物の最大分布と計算浸水距離との比較）より高い感度を持っていることが明らかとなった．今後，古津波堆積物への適用に向けてさらなる検証を続ける予定である．

キーワード：津波堆積物、土砂移動計算、2011年東北地方太平洋沖地震
Keywords: tsunami deposit, sediment transport modeling, 2011 Tohoku earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Paleotsunami History in Hachinohe, Aomori Prefecture, northern Japan

*Erick Velasco R.[1], Kazuhisa Goto[2], Takahiro Shinohara[1], Daisuke Sugawara[3], Yuichi Nishimura[4], Takashi Chiba[5]

1. Earth Science Department, Graduate Faculty of Science, Tohoku Univ., 2. International Research Institute of Disaster Science (IRIDeS), Tohoku Univ., 3. Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka, 4. Graduate School of Science, Hokkaido Univ., 5. Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural Univ.

Along the history, the Pacific coast of the Tohoku region has been characterized for facing a vast number of tsunamis associated with the highly active subduction of the Japan Trench. Most of the paleotsunami research has been focused on the south and central third of the Pacific coast of Tohoku, while in the northern third the number of this kind of studies is reduced; on the other hand, on the Pacific coast of Hokkaido paleotsunami research has been conducted to establish the recurrence linked to the Kuril trench (Minoura et al., 2013; Chagué-Goff et al., 2017; Inoue et al., 2017; Sawai, 2017). In Hachinohe, this type of research has not been done, being the results of Inoue et al., 2017 the closest at just 60 km southeastward and where the tsunami heights of the 2011 event were similar (Haraguchi & Iwamatsu, 2011). Because of this paleotsunami studies in Hachinohe are of enormous importance since its position could show tsunami activity related to both Kuril and Pacific trenches and its junction, where large tsunamigenic earthquakes have not been historically registered, hence, being this the primary objective of the present research.

The study site is located on a marine terrace surface elevated between 5-10 MAMSL, on the Kamikita coastal plain (Miyauchi, 1985) and 1.2 km inland from the present shoreline; at the same time, this surface is positioned between the Oirase and Gonohe rivers. We have identified eight sand layers, interbedded with mud and occasional tephra layers. Based on tephra analysis, some of them were possible to confirm as the To-a and To-cu tephra at the top and bottom of the sequence, respectively, giving a range of 6 thousand years of geological history, while the last 1000 years has been apparently eroded, removed or disturbed by human activity. To-a tephra layer contained many diatoms, which implies a water flow or shallow water body as deposition environment. Soils from the top of the section.

The stratigraphic correlation shows that four of the eight sand layers can be well traced landward, and grain analysis shows upward and landward fining. Diatom analysis reveals the presence of marine spices in some sand layers, on the other hand, freshwater and reworked freshwater extinct species were found in the uppermost sand layer (under To-a), suggesting a freshwater inundation event as a genetical source for that. CT number profiles (Hounsfield Units) evidence density changes related to lithological variations between the sand and mud layers. Moreover, XRF core scanner (ITRAX) shows that most of the sand layers are strongly related to a marine origin and exposes concentration of Ti that could be related to heavy minerals concentration and, in consequence, suggesting a sedimentary environment of high energy. Therefore, described evidence suggest a marine origin to the seven sand sheets.

In order to clarify the origin of the sand layers, we performed the numerical simulation to differentiate tsunami sands from storm sands proposed by Watanabe et al. (2018), by comparing wave penetration capacity for each phenomenon; the calculation showed that the only way to carry marine sediments on such further inland is with a tsunami event, if we assume present topography.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Paleotsunami research, Tsunami sedimentology, Numerical simulation, Geochemistry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

青森県むつ市関根浜におけるイベント堆積物の特徴とその給源
Characteristics of event deposits and their source in Sekine-hama, Mutsu city, Aomori prefecture

*石村 大輔[1]、青木 かおり[2]
*Daisuke Ishimura[1], Kaori Aoki[2]

1. 首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室、2. 首都大学東京火山災害研究センター
1. Department of Geography, Tokyo Metropolitan University, 2. Research Center for Volcanic Hazards and Their Mitigation, Tokyo Metropolitan University

2011年東北地方太平洋沖地震以降、日本全国で津波堆積物調査が進められた。特に東北地方太平洋岸では、多くの掘削調査により、津波によると考えられるイベント堆積物が数多く発見されている。一方、調査適地が限られることもあり、そのような研究が実施された地点には偏りがあり、東北地方太平洋岸では、三陸海岸～仙台平野までは多くの研究が実施されているが（澤井ほか，2007；宍倉ほか，2007； Ishimura and Miyauchi, 2015, 2017; Goto et al., 2015; Inoue et al., 2017; 高田ほか，2016，など）、その南北での報告は限られる。本報告では、下北半島北端の青森県むつ市関根浜で見出された津波による可能性があるイベント堆積物について報告する。

青森県むつ市関根浜は、大間崎と尻屋崎の間に位置する。調査地域周辺は、更新世海成段丘と砂丘地形が広がり、海岸のすぐ背後には比較的標高の高い地形が分布する。2011年東北地方太平洋沖地震津波の際は、周辺で2～6 mの遡上高が記録されている（東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ（http://www.coastal.jp/ttjt/））。露頭は、海岸に平行な微高地（標高5 m程度）に露出し、海岸からの距離は約50 m，露頭の高さは約2 mである。採取したイベント堆積物試料については、東北大学所有の自動粒子形状測定装置（Morphologi）を用いて、砂サイズの粒子の粒度を計測した。また、5点の放射性炭素年代測定と1点の火山灰分析を行った。

結果、本露頭には、上位では土壌堆積物中に、下位では湿地～海成堆積物中に計18層の砂質（イベント）堆積物が挟在している。そのうち層厚2.5 cmの砂層は、火山灰分析の結果、最下部（1cm）に若干の十和田a（To-a）テフラ（AD915；町田・新井，2003）起源の火山ガラスを含む白頭山一苫小牧（B-Tm）テフラ（AD946；Oppenheimer et al., 2017）であることがわかった。また、現成の海岸試料と最上部の砂丘砂の粒度分布を指標に他の16層の砂質堆積物の給源を推定すると、14層が海岸を構成する砂を多く含んでいることが示唆された。したがって、これら14層は海岸を供給源とする砂層であり、何らかのイベント（高波、高潮、津波）によって海岸から運搬されたと考えられる。また、いくつかの砂層は、下位との境界が明瞭で側方の連続性が良く、津波堆積物に認められる特徴を示す。放射性炭素年代については、現在測定中の試料があるため、発表までに整理してイベント堆積物の年代を示す予定である。

イベント間の堆積物の特徴から、最下位は海成堆積物、下位から中位は湿地性堆積物、上位は土壌堆積物と判断できる。周囲の地形を考えると、かつては氷期の開析谷を浜堤などが閉塞した潟湖であり、周辺の隆起もしくは潟湖の埋積により淡水化し、泥炭が堆積したと推定される。さらに隆起もしくは潟湖の埋積が進み離水し、土壌が生成され始める。そして、現在では砂丘砂が覆う環境になったと考えられる。

このようなイベント堆積物の特徴と周辺の地形発達から、これら砂層の少なくとも一部は、津波による堆積物である可能性がある。今後は、それら砂層の陸側での分布を把握することで、どのようなイベントで形成されてきたか、そしてその遡上範囲が明らかになると考えられる。

キーワード：イベント堆積物、下北半島、白頭山一苫小牧（B-Tm）テフラ
Keywords: Event deposits, Shimokita peninsula, B-Tm tephra

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道胆振東部地震（2018年9月6日）で形成された噴砂の構造と構成物
Sedimentary structure and composition of sand blows and sand dikes formed by the 2018 Iburi-Tobu Earthquake, Hokkaido, Japan

*西村 裕一[1]、千葉 崇[2]
*Yuichi Nishimura[1], Takashi Chiba[2]

1. 北海道大学大学院理学研究院、2. 秋田県立大学生物資源科学部
1. Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural University

2018年9月6日に発生した北海道胆振東部地震（M6.7）では，震源から約20 km離れた苫小牧市，厚真町，むかわ町の太平洋岸に液状化による噴砂が多数出現した．我々はこの海岸付近の埋立地や河口周辺の低地に形成された噴砂について，堆積物の分布，形，堆積構造および構成物の特徴を調べた．地表に現れた噴砂丘の直径は数十cmから数mで，噴出口が単独のもののほか，いくつかが連結されたものも見られた．また，割れ目から噴出した噴砂も存在した．噴砂丘の構成物は砂，泥，礫，軽石である．断面には層構造が認められ，下位から泥，軽石，砂の順で重なっているものが多い．砂と軽石を含む混合層が地震よって液状化した際，層内で砂と軽石が分離し，上位に集まった軽い粒子から順に噴出したことが示唆される．砂脈については，ピットを掘るかジオスライサーを用いて浅部のみを観察した．砂脈は幅は1mmから10cm程度で，ほとんどがカーブしていたり複雑に折れ曲がったりしている．噴砂丘と砂脈を観察すると，上昇してきた軽石や砂礫が細い管や割れ目の中で詰まり，その後は通り抜けた細粒の粒子のみが地表に噴出した様子がよくわかった．このように，噴砂丘と砂脈の構造は，液状化層を構成する粒子の粒径や比重の特性を反映して複雑なものとなる．今回の観察事実は，液状化と噴砂のプロセスの理解を深めることだけでなく，液状化の痕跡として利用されることが多い地層中の噴砂堆積物を識別し評価する上でも役立つと考えられる．

キーワード：液状化、噴砂、古地震
Keywords: liquefaction, sand blow, paleo-eathquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

北海道・奥尻島南部の津波堆積物と津波波源の推定
Tsunami deposits and tsunami wave source of the southern part of Okushiri Island, Hokkaido

*卜部 厚志[1]、加瀬 善洋[2]、川上 源太郎[2]、仁科 健二[2]、小安 浩理[2]
*Atsushi Urabe[1], Yoshihiro Kase[2], Gentaro Kawakami[2], Kenji Nishina[2], Hiromichi Koyasu[2]

1. 新潟大学災害・復興科学研究所、2. 道総研・地質研究所
1. Research Institute for Natural Hazards and Disaster Recovery, Niigata University, 2. Geological Survey of Hokkaido, Hokkaido Research Organization

北海道南部の檜山・奥尻地域では，これまでの津波堆積物の調査に基づき，①1993年北海道南西沖地震，②1741年渡島大島の山体崩壊，③約12世紀，④約5～6世紀，⑤約2500年前，⑥約3000年前の津波履歴が明らかにされている．一方，約3000年前以前の津波履歴については不明であり，履歴に対応した津波波源についても未解明の課題となっている．ここでは奥尻町南部のワサビヤチでのボーリング調査結果について，概要を報告する．

奥尻町南部の青苗地区に位置するワサビヤチは，狭長な谷地形を示し，海岸付近の谷の狭窄部には，浜堤と砂丘が発達する．谷を埋積する地層の表層（数m程度）は泥炭層が発達し，複数の海浜起源の砂層が挟在する．これらは津波堆積物であるとされている．今回の検討では，より古い時代の津波堆積物の解析を目的として，ワサビヤチの3地点（標高約5m）においてオールコアボーリングを行った．全体として，深度約16m以深は，約8300年前～約9500年前の氾濫原の堆積環境を示す．深度約16m～5mは，主に閉鎖的なラグーン環境を示す細かい平行葉理の発達したシルト～粘土層となる．深度5mより上位は，約5000年前以降に堆積した有機質粘土層や泥炭層からなる汽水～淡水成の堆積環境を示している．

淘汰のよい海浜起源を示唆するイベント砂層は約7400年前以降の複数の層準において認められる．
これまでの検討により，ワサビヤチでは約3000年前までの泥炭層において，OW-1～OW-5の５層準の津波イベントが明らかにされている．今回のボーリング調査では，これらに加えて，約7400年前までの層準において新たにOW-6～OW-20までの津波堆積物を見出した．これらの津波堆積物の前後の堆積相，粒度組成，植物片の含有量，全イオウ量を検討した結果，3つの層準において，ワサビヤチ地区（奥尻島南部）が津波と同時期に隆起したものと推定される．

キーワード：津波堆積物、奥尻島
Keywords: tsunami deposit, okushiri island

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Inter-seismic and post-seismic tectonic movements detected during the 17th century earthquake and inferred from diatom analysis in Tokachi area, Hokkaido, Japan

*千葉 崇[1]、西村 裕一[2]
*Takashi Chiba[1], Yuichi Nishimura[2]

1. 秋田県立大学生物資源科学部、2. 北海道大学理学研究院
1. Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural University, 2. Graduate School of Science, Hokkaido University

It has been evidenced from geological records that paleo-earthquakes accompanied by huge tsunamis occurred at least twice in the last millennium at the southern part of the Kuril Trench. The first of the two tsunamis is supposed to have occurred in the 12-13th century, while the other is supposed to have occurred in the 17th century. The paleo-earthquake and successive tsunami of the 17th century have been particularly investigated by previous studies in the area between Akkeshi to Nemuro at the Hokkaido, Japan. However, the crustal movements due to the earthquake in the area at western side of the Akkeshi such as Tokachi area is still unknown. This lack of substantive information is an obstacle for the studies attempting to calculate the actual impact of the paleo-earthquake and estimating its source region. We conducted a survey using a geo-slicer and GPS. We also performed paleo-environmental reconstruction by diatom analysis for the core samples obtained from the Toberi River mouth area, in Tokachi area to derive indicative data about the crustal movements. Since massive Neogene diatomaceous siltstones sediments containing fossil marine diatoms are widely distributed in the study area, we identified the reworked fossil marine species and excluded it from the diatom analysis in the paleo-environmental reconstruction.As a result of the geo-slicer survey, the tsunami deposits from the coast to the inland up to a distance of 1.8 km in a straight line could be detected. Changes in diatom assemblages which are reflective of inter-seismic subsidence and post-seismic uplift caused by the earthquake were also recognized. On the other hand, inferences derived from diatom analysis of geo-slicer core samples showed that the vertical crustal movement estimated by the elevation of the freshwater-brackish boundary of the core sample was maximum 2.3 m. The freshwater-brackish boundary was identified to be extending up to 1.9 km inland at 3.9 m altitude from the seashore, however it was not conspicuous in the inland and above the elevation at more than 4.0 m. This observation confirmed the relationship between the vertical crustal movements generated by the earthquake and the elevation of pale-sea level. Although it is difficult to reconstruct the crustal movements caused by the 12-13th century earthquake, in light of the above observations it can be concluded that they might possibly have risen up to tens of centimeters at least after the earthquake and then began to change to the inter-seismic subsidence.

キーワード：津波堆積物、地殻変動、珪藻分析、十勝地域
Keywords: tsunami deposit, tectonic movement, diatom analysis, Tokachi area

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 9:00 ~ 10:30 | A05 東京ベイ幕張ホール

[M-IS16] 火山噴煙・積乱雲のモデリングと観測

コンビーナ:佐藤 英一(気象研究所)、前野 深(東京大学地震研究所)、前坂 剛(防災科学技術研究所)、座長:佐藤 英一(気象研究所)

火山噴煙（噴煙柱・火砕流・傘型噴煙）と積乱雲は、それぞれの物理過程を正確に捉えるモデリングと時間・空間分解能の高い観測が推移予測に必須となるなど共通点も多い．特に観測に関しては，気象レーダーや気象衛星などのリモートセンシング技術の発展により詳細な監視が可能になってきており，火山噴煙への応用が進みつつある．しかし，モデリングやリモートセンシングには検証が必要であり，現場観測（in-situ measurement）との比較が欠かせない．
本セッションでは，火山学や気象学，地質学など異種の専門家による議論の中で，火山噴煙・積乱雲のダイナミクスと素過程、およびそれらに伴って発生する現象（降灰、降雨、降雪、降雹、火山岩塊の放出など）の理解を目指す．

9:00 ~ 9:15

[MIS16-01] 異なるタイプの気象レーダによる火山噴煙柱の観測

★招待講演

*真木 雅之[1]、小堀 壮彦[1]、キム ユラ[1]、藤吉 康志[2]、佐藤 英一[3]、徳島 秀彦[4]、井口 正人[5] (1.鹿児島大学、2.北海道大学、3.気象研究所、4.FRCコーポレーション株式会社、5.京都大学)

9:15 ~ 9:30

[MIS16-02] 桜島におけるXバンドMPレーダーとライダー同時噴火観測と口永良部島噴火のレーダー観測

*中道 治久[1]、清水 厚[2]、下村 誠[1]、Syarifuddin Magfira[1]、井口 正人[1] (1.京都大学防災研究所火山活動研究センター、2.国立環境研究所地域環境研究センター)

9:30 ~ 9:45

[MIS16-03] 気象庁の気象レーダー網で観測した2018～2019年口永良部島の噴煙・火山灰雲エコーについて

*佐藤 英一[1]、福井 敬一[2]、新堀 敏基[1] (1.気象研究所、2.気象庁)

9:45 ~ 10:00

[MIS16-04] 数値シミュレーションによる口永良部島火山の最近の爆発的噴火における噴煙の噴出条件の検討

*石峯 康浩[1]、及川 輝樹[2]、下司 信夫[2] (1.鹿児島大学地震火山地域防災センター、2.産業技術総合研究所地質調査総合センター)

10:00 ~ 10:15

[MIS16-05] 霧島新燃岳2011噴火の映像解析

*小堀 壮彦[1]、木下 紀正[1]、飯野 直子[2]、真木 雅之[1]、福島 誠治[1] (1.鹿児島大学、2.熊本大学)

10:15 ~ 10:30

[MIS16-06] 積乱雲発生の早期検知のための雲レーダーネットワーク

*前坂 剛[1]、大東 忠保[1]、岩波 越[1]、鈴木 真一[1]、出世 ゆかり[1]、櫻井 南海子[1] (1.防災科学技術研究所)

異なるタイプの気象レーダによる火山噴煙柱の観測
Observations of Volcanic Eruption Columns with Different Types of Weather Radars

*真木 雅之[1]、小堀 壮彦[1]、キム ユラ[1]、藤吉 康志[2]、佐藤 英一[3]、徳島 秀彦[4]、井口 正人[5]
*Masayuki Maki[1], Takehiko KOBORI[1], Yura Kim[1], Yasushi Fujiyoshi[2], Eiichi Sato[3], Hidehiko Tokushima[4], Masato Iguchi[5]

1. 鹿児島大学、2. 北海道大学、3. 気象研究所、4. FRCコーポレーション株式会社、5. 京都大学
1. Kagoshima University, 2. Hokkaido University, 3. Meteorological Research Institute, 4. Field Researchers Corporation, 5. Kyoto University

The present paper describes the results of observational studies of volcanic ash columns using different types of weather radars: X-band marine radar, bi-static Ku-band radar, Ka-band Doppler radar, and operational X-band polarimetric radar. In order to observe eruption columns with extremely fine temporal resolution, an X-band marine radar was set up during three months in 2018 at the Kurokami observatory of Kyoto University located about 4km from the vent of Sakurajima volcano. The marine radar has a slot antenna that has the PPI scanning speed of 48 rpm, with a vertical beam width of 22˚ and a horizontal beam width of 1.2˚, and a range resolution of 8m. We carried out observations by physically changing the rotational axis of the slot antenna from vertical (PPI) to horizontal (RHI) to achieve an elevation angle resolution of 1.2˚. The MRI Ku-band radar and Kagoshima University Ku- band radar set up in 2017 in Sakurajima have Luneberg antenna with a horizontal and vertical beam width of 3˚. The antenna rotates spirally from an elevation angle of 0˚ to 90˚ to obtain hemispherical volume data in one minute. The Ka-band Doppler radar of NIED was operating at the Kurokami observatory during 3 months in 2015 to investigate the inner structure with the RHI antenna scanning. The MLIT operational X-band polarimetric radar located approximately 11km from the vent of the Sakurajima volcano can measure volcanic ash columns three-dimensionally at 5-minute intervals, even though it is an operational radar aiming to measure heavy rainfalls in Sakurajima.

Utilizing these different types of radar data, we perform detailed analysis of eruption columns. The marine radar succeeded in detecting eruptions and at the same time detecting falling pyroclastic particles (Fig. 1). The radar also reveals the fine structure of an ascending eruption column at 1.25-second intervals. While the marine radar observes volcanic ash columns with the wider azimuth angel resolution 22˚ due to its fan beam antenna, Ka-band Doppler radar can observe the targets with finer azimuthal resolution using RHI scanning of the parabolic antenna. The Ka-band radar RHI observations also reveal the upward speed of the ash echo top at 2-minute intervals. While both the marine radar and the Ku-band Doppler radar measure eruption column vertically at a fixed azimuthal direction, the Ku-band Doppler radar measures all azimuth and elevation angles every 1 minute. Using this scanning strategy, we can clarify the temporal change of the eruption column during its downwind movement: the radar reflectivity factor of the upper part of the eruption column becomes high 5-minute after the eruption, which is probably due to the aggregation process in water clouds (Fig. 2). The operational X-band MP radar collects 20 tilts PPI scan data at 5-minute interval. We can construct three-dimensional data of ash clouds with time and spatial interpolation method. Then we can obtain the wide-area ash fall distributions.

In conclusion, as mentioned above, different types of weather radars are now available for studying volcanic eruption columns and their applications to disaster prevention are promising.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：Xバンド船舶レーダ、Kuバンド高速スキャンドップラーレーダ、Xバンド偏波レーダ
Keywords: X-band marine radar, Ku-band rapid scanning Doppler radar, X-band polarimetric radar

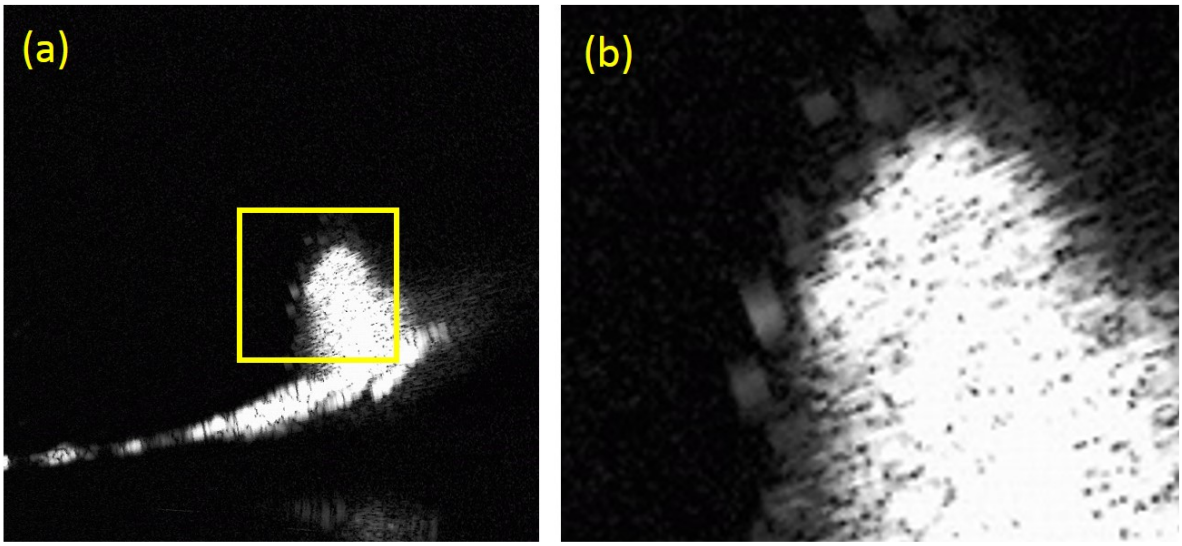


Fig. 1 Volcanic eruption column 2 minute after eruption observed by X-band marine radar. 22:11 LST, May 4, 2018.

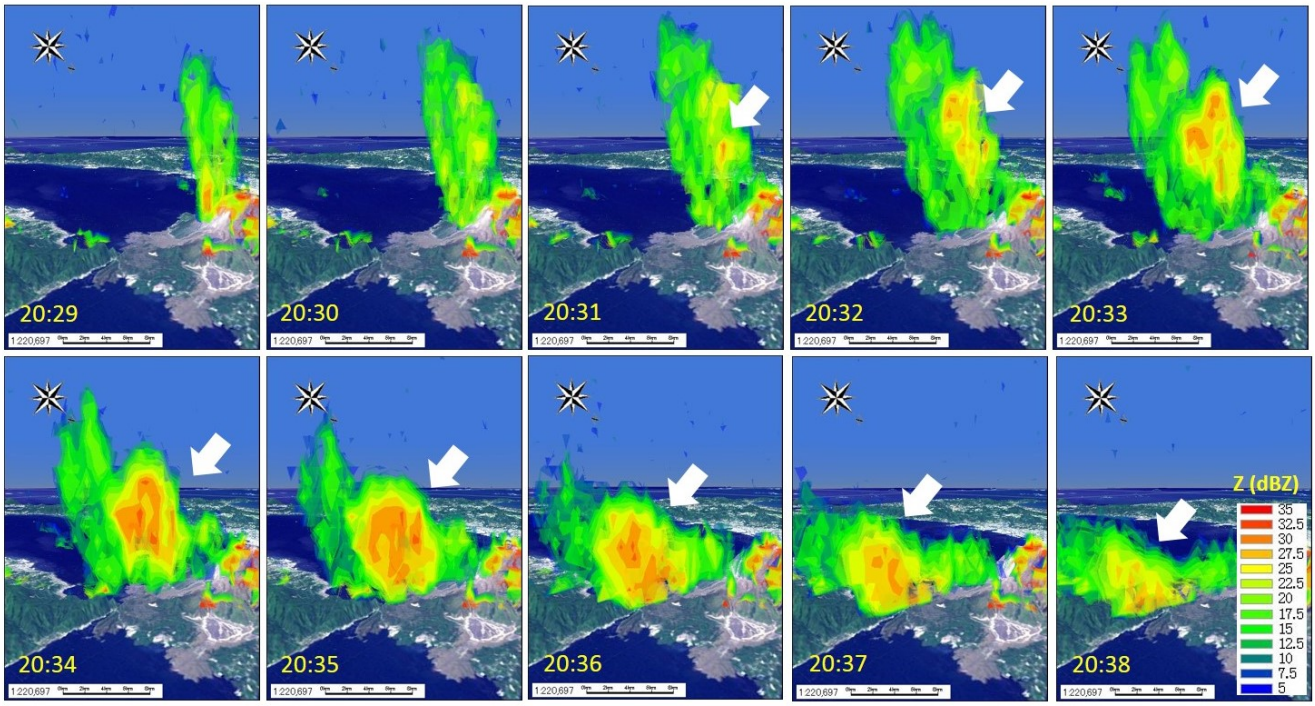


Fig. 2 Temporal change of inner structures of volcanic eruption clouds observed by KuRAD. 20:29-20:38 LST, March 5, 2018.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

桜島におけるXバンドMPレーダーとライダー同時噴火観測と口永良部島噴火のレーダー観測
Observation of Eruption Plumes by X-Band MP radar and Lidar at Sakurajima and Kuchinoerabujima

*中道 治久[1]、清水 厚[2]、下村 誠[1]、Syarifuddin Magfira[1]、井口 正人[1]
*Haruhisa Nakamichi[1], Atsushi Shimizu[2], Makoto Shimomura[1], Magfira Syarifuddin[1], Masato Iguchi[1]

1. 京都大学防災研究所火山活動研究センター、2. 国立環境研究所地域環境研究センター
1. Sakurajima Volcano Research Center, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 2. National Institute for Environmental Studies

１．はじめに

噴煙や火山灰の拡散範囲の把握にリモートセンシング技術が活用されている．例えば，桜島噴火では国交省現業レーダー（XRAIN）で噴煙が把握され（真木・他，2015）， GNSSの搬送波位相データから噴煙高度推定が行われている（Ohta and Iguchi, 2015）．噴煙高度10kmを超えるような噴火ではCAPILSO衛星搭載ライダーにより噴煙が把握され（Winker et al., 2012），地上のライダーネットワーク（例えば，EARLINET）にて国を超えての火山灰の広域拡散が把握されている（Ansmann et al., 2010）．最近では噴火を対象に常時リモートセンシング観測が桜島を中心に行われており，昨年レーダーによる桜島と新燃岳の噴煙の観測結果を報告した（中道・他，2018）．本講演では，2018年6月16日桜島南岳噴火のレーダーとライダーによる観測結果の比較と，2018年12月からの口永良部島噴火のレーダー観測結果を報告する．

２．南九州の火山近傍のレーダー観測と桜島のライダー観測

エアロゾル観測によく用いられるミー散乱ライダー（以後，ライダー）は，レーザーを鉛直上向きに照射して対象物からの後方散乱光を観測する機器である．京都大学防災研究所は2014年11月末に２台のライダーを桜島島内に設置してから連続観測を実施している．また，南九州の主要な火山の近傍にXバンドマルチパラメータレーダー（以後，レーダー）を2017年8月に設置し，連続観測を実施している（中道・他，2018）．現在，桜島および口永良部島についてはセクタRHIスキャンにてレーダー観測をしている．なお，桜島火山観測所にはライダーとレーダーの両方が設置されている．

３．2018年6月18日桜島南岳噴火時の噴煙のレーダーとライダーの観測結果の比較

南岳山頂火口にて2018年6月16日午前7時19分に噴火が発生し，噴煙高度4700mと報告されている（気象庁HPを参照）．この噴火では，火砕流が火口から南西方向に1.3 km流下した．映像から噴煙柱の下部から上部が西に風に流されてシフトしており，同時に火砕流の発生が見て取れた．レーダー反射強度分布から，噴火開始後1分内に噴煙は3,300mに達し，噴火開始後3分で5,000mに到達したことがわかった．また，同時に噴煙柱が西方向（観測所に近づく方向）へ1kmシフトしているのが確認できた．噴火開始5分後に火口直上から高度3,000mにかけて鉛直のレーダー反射強度の高まりが再度確認でき，これは２度目の噴火の噴煙に対応している．なお，噴火が短時間の間に２回あったのはディスドロメータ観測においても確認されている．ライダー観測においても噴火開始3分後に噴煙柱の西方向への移動に対応した変化が観測されており，レーザー視線方向で4.7 kmの距離に顕著な散乱ピークが見られ，レーダー反射強度の高まりと対応がよい．噴火開始８分後にはレーダー反射強度から噴煙が観測所から距離4kmのところにあると認識できたが，ライダーでは観測所から距離3.3 kmに散乱ピークが見られた．噴火開始から15分後ではレーダー反射強度に噴煙に対応する強度変化は見られなかったが，ライダーでは距離2km未満にて散乱強度の高まりが有意にあり，その高まりは時間が経過するにしたがって，距離が縮まり距離1km程度になり，20分以上継続して存在した．レーダーでは認識できないような，より微細な粒子が大気中に存在してもライダーでは検知可能であることを反映しており，火山

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

灰が拡散して希薄になっているが，風に流されて移動していることが明らかになった．

４．2018年12月以降の口永良部島噴火時の噴煙のレーダー観測結果

2018年12月18日，2019年1月17日，1月29日の噴火の噴煙に対応したレーダー反射強度の高まりを確認できた．12月28日の噴火の１分後にはレーダー反射強度から噴煙は3,000 mに上昇し，噴火開始3分後には最高噴煙高度5,000mに達したことがわかった．1月17日の噴火では，レーダー反射強度から噴火開始2分後には最高噴煙高度4,000 mに達したことがわかった．1月29日の噴火では，レーダー反射強度から噴火開始2分後に噴煙高度3,000 mに達し，5分後に4,000mに達したが，それ以上は上がらなかった．

キーワード：XバンドMPレーダー、ライダー、噴火、桜島、口永良部島
Keywords: X-band MP Radar, Lidar, Eruption, Sakurajima, Kuchinoerabujima

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

気象庁の気象レーダー網で観測した2018～2019年口永良部島の噴煙・火山灰雲エコーについて
2018-2019 Kuchinoerabu-jima eruption plume/cloud echoes observed by JMA weather radar network

*佐藤 英一[1]、福井 敬一[2]、新堀 敏基[1]
*Eiichi Sato[1], Keiichi Fukui[2], Toshiki Shimbori[1]

1. 気象研究所、2. 気象庁
1. Meteorological Research Institute, 2. Japan Meteorological Agency

口永良部島の新岳では、2018年10月21日にごく小規模な噴火が発生し、その後も断続的に12月13日まで継続した。その後、12月18日や2019年1月17日、29日に火砕流を伴う噴火が発生している。気象庁の遠望カメラ観測では、雲のため、先の2回の噴火の噴煙高度を確認することはできなかったが、気象衛星ひまわり8号や京都大学防災研究所のXバンドMPレーダーによって噴煙が観測されたことが報告されている。一方、気象庁の気象レーダー網でもこれらの噴火が観測されており、それらを用いた解析について報告する。

2019年1月17日の噴火に伴う噴煙エコーは、種子島レーダーと名瀬レーダーで観測されていた。噴煙エコー高度は、種子島レーダーによって海抜約6.7km、名瀬レーダーによって海抜約6.5kmと観測された。この観測結果は、気象衛星ひまわり8号による解析結果である、火口縁上約6km（海抜約6.6km）と整合的である。一方、防災研究所のレーダーでは、海抜約4kmまでしか噴煙エコーが観測されていなかったが、これは風の鉛直シアの影響が考えられる。対流圏下層では北西風、中層（3km～6km）では西風になっていたため、鉛直断面を観測する125°RHI観測では噴煙のトップを捉えられなかった可能性がある。

一方、2018年12月18日や2019年1月29日の噴火事例含めたその他の事例では、気象庁のレーダー網では適切に噴煙エコーを捉えることが出来なかった。その原因としては、その他の事例では特に噴煙のトップ付近の火山灰密度が低かったことと、レーダーのスキャンシーケンスと噴煙の上昇過程のミスマッチが起きていたことが考えられる。

気象レーダーによる解析の結果、噴火活動の一部を捉えることが出来た一方で、適切に捉えられなかった事例も多くあった。気象レーダーによる観測手法の限界を示すと共に、可能な対応策について示したい。

参考文献：

福岡管区気象台地域火山監視・警報センター・鹿児島地方気象台（2019）：口永良部島の火山活動解説資料（平成31年1月）, < https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/monthly_v-act_doc/fukuoka/19m01/509_19m01.pdf> (2019年2月18日アクセス).

京都大学防災研究所（2019）：口永良部島2019年1月17日噴火のレーダー観測. < http://www.svo.dpri.kyoto-u.ac.jp/new/wp-content/uploads/2019/01/RadarKuchinoerabu20190117.pdf> （2019年2月18日アクセス）.

キーワード：火山噴火、口永良部島、気象レーダー
Keywords: volcanic eruption, Kuchinoerabu-jima, weather radar

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

数値シミュレーションによる口永良部島火山の最近の爆発的噴火における噴煙の噴出条件の検討
Numerical Study on the Ejection Conditions of Ash Clouds during Recent Eruptions of Kuchinoerabujima Volcano

*石峯 康浩[1]、及川 輝樹[2]、下司 信夫[2]
*Yasuhiro Ishimine[1], Teruki Oikawa[2], Nobuo Geshi[2]

1. 鹿児島大学地震火山地域防災センター、2. 産業技術総合研究所地質調査総合センター
1. Research and Education Center for Natural Hazards, Kagoshima University, 2. Geological Survey of Japan, AIST

口永良部島火山では2014年、2015年の噴火に引き続き、2018年10月から火山活動が活発化し、同年12月18日、翌2019年1月17日ならびに同月29日と噴火が相次いでいる（2019年2月19日現在）。これらの噴火では、噴煙を発生させる爆発的噴火に伴って小規模な火砕流がたびたび発生している点が大きな特徴である。火砕流は極めて危険な火山現象であるため、火砕流の発生メカニズムを理解することは学術的に重要であるばかりでなく、火山周辺の居住地域への到達リスクを評価する上でも極めて優先度が高い課題である。

我々は2014年から2019年までに口永良部島火山で発生した火砕流を伴う爆発的噴火の映像データや噴出物分布を基に可能な限り噴煙の噴出条件を特定し、その条件を利用した噴煙の噴出シミュレーションを行った。計算は理化学研究所のスーパーコンピュータ・システムHOKUSAI（課題番号Q18431）を利用して実施した。

本研究では噴煙の初期温度、初期密度、噴出速度を噴煙の振舞を支配する主要なパラメータと仮定して、これらの値を変えた計算を実施し、実現象に近いパラメータセットを探索した。その結果、一定の条件下で火砕流が発生する計算結果が得られた。火砕流の発生条件としては、特に、噴煙の噴出温度が重要であり、800K以下の場合には火砕流となる可能性が高いことが示された。これは、これまで火砕流が発生した噴火はいずれも熱水変質物に富む比較的低温な噴出物を放出したこととも整合的である。

また、数値シミュレーションによって、口永良部島火山の火砕流が山体の西側斜面を中心に流れ広がる傾向が高いのは、火口東側の南北に連なる尾根が影響していることも示唆された。これも、口永良部島火山におけるこれまでの観測結果と整合的である。

キーワード：口永良部島火山、火砕密度流、数値シミュレーション
Keywords: Kuchinoerabujima volcano, Pyroclastic Density Current, Numerical Simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

霧島新燃岳2011噴火の映像解析
Image analysis of volcanic clouds during the 2011 Kirishima Shinmoedake eruption

*小堀 壮彦[1]、木下 紀正[1]、飯野 直子[2]、真木 雅之[1]、福島 誠治[1]
*Takehiko KOBORI[1], Kisei KINOSHITA[1], Naoko IINO[2], Masayuki MAKI[1], Seiji FUKUSHIMA[1]

1. 鹿児島大学、2. 熊本大学
1. Kagoshima University, 2. Kumamoto University

霧島新燃岳2011噴火の噴煙規模と放出の時間発展について検討する．前報[1-3]の多点映像観測と各種衛星画像による噴煙拡散解析に加え，大浪池火山監視カメラ（鹿児島県[4]）映像や公開されている写真などを解析する．

噴煙の映像解析では，山頂と水平線を基準にした写真解析プログラム[5]を改良し，国土地理院の標高タイル[6]から作成した稜線と映像内の地形をフィッティングして画像計測する方法を開発した．稜線を作成する際に地球の曲率を考慮することで正確なフィッティングが可能となり，噴煙の海抜高度を精度良く見積もれるようになった．

霧島新燃岳では2008年から噴気や白煙がしはしば見られたが，2011年1月19日1時27分の小噴火で初めて新鮮なマグマ物質を含む火山灰が確認された[7]．その後，1月22-25日には連続噴煙に変った[1-3]．このとき，噴煙は流されつつ約5-7km下流まで上昇し，最上部は海抜1700-2200mに達して水平に移流した．同様な定常的灰煙放出による連続噴煙は26日15時頃まで続き，下流3-4kmで最高点の1700-1900mに達した．26日の地表付近は大気混濁で視界が悪い状態であったが，新燃岳の南南西50kmの観測定点では15時30分以後の準ブリニー式噴火の発達経過と噴煙流全景を捉えた近赤外ビデオ映像と写真が得られた．また大規模灰煙の上部は新燃岳の南西58kmの鹿児島市南部および北38kmの観測定点の人吉盆地の可視Webカメラでも捉えられた[1]．これらを鮮明化処理して画像計測を行った結果，噴煙は下流7-8kmまで上昇し，最上部は海抜5000-6000m，まれに7000mに達していることがわかった．これは種子島及び福岡の気象ドップラーレーダの解析から求めた海抜高度7000m（精度1km）[8]に近い．27日の映像観測では朝から勢いの良い連続噴煙が見られ，15時30分と15時41分の爆発から準プリニー式噴火に移行し，海抜7000-8000mに達する猛煙が各定点から見られた．

謝辞：鹿児島県姶良・伊佐地域振興局河川港湾課の観測画像データ提供に深く感謝します．

[1] 木下他，霧島新燃岳爆発噴煙の映像観測と衛星画像解析, JpGU,SVC070-P16, 2011.
[2] 木下，霧島新燃岳噴火と災害危機対応, 日本の科学者,46,1120-1126, 2011.
[3] 飯野他，霧島新燃岳2011年噴煙の映像観測と移流解析, 熊本大教育紀要,自然科学,60, 69-76，2011.
[4] 鹿児島県姶良・伊佐地域振興局,霧島山火山監視映像/大浪池, 2011.
[5] 木下・吉田, 桜島噴煙流の写真解析, 鹿児島大教育紀要,自然科学,42,1-19,1990.
[6] 国土地理院ウェブサイト（https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html#dem）
[7] 下司他, 霧島火山新燃岳2011 年1月噴火を駆動したマグマ，JpGU,SVC050-04,2011,
[8] 新堀他，気象レーダー・衛星による火山噴煙観測－2011年霧島山（新燃岳）噴火の事例－, 験震時報,77, 139-214, 2013.

キーワード：噴煙、画像解析、数値標高モデル
Keywords: Volcanic Clouds, Image Analysis, Digital Elevation Model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

積乱雲発生の早期検知のための雲レーダーネットワーク
Cloud Radar Network for Early Detection of Cumulonimbus Generation

*前坂 剛[1]、大東 忠保[1]、岩波 越[1]、鈴木 真一[1]、出世 ゆかり[1]、櫻井 南海子[1]
*Takeshi Maesaka[1], Tadayasu Ohigashi[1], Koyuru Iwanami[1], Shin-Ichi Suzuki[1], Yukari Shusse[1], Namiko Sakurai[1]

1. 防災科学技術研究所
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

Recently municipal engineers point out that urban city is vulnerable for localized heavy rainfall, and that rainfall monitoring and forecasting are important for water management. A weather radar is a powerful tool for that purpose; however it is only precipitation particles (hydrometeors excluding cloud particles) that current operational radars (S-, C- and X-band) can detect. This means that when the radar catches the echo, the rainfall may have already started. Meanwhile, the heavy rainfall is caused by a mature cumulonimbus which develops from a cumulus. So the detection of the cumulous is expected to make the lead time of heavy rainfall forecasting longer. But the current radar cannot observe the cumulus which consists of the cloud particles. For an early warning of heavy rainfall, we developed the cloud radar network around Tokyo metropolitan area.
The network consists of five Ka-band (35 GHz) radars whose specifications are as follows: azimuth-/elevation-scanning Cassegrain antenna with a diameter of 2 m, 3 kW Extended Interaction Klystron (EIK) as a microwave amplifier, pulse compression by linear frequency modulation, and dual polarimetric capability (simultaneous transmission and reception of H and V; only three of the five radars). The minimum sensitivity we need is -17 dBZ (-20 dBZ) at 20 km range for dual (single) polarimetric type, respectively, because our target is the detection of a conversion from cloud droplets to raindrops. These radars were just deployed in February 2015. We would like to present preliminary results of our cloud radar and to discuss the availability to the early monitoring of cumulonimbus generation.

キーワード：雲レーダー、積乱雲、早期検知
Keywords: Cloud Radar, Cumulonimbus, Early Detection

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_22

[M-IS16] 火山噴煙・積乱雲のモデリングと観測

コンビーナ:佐藤 英一(気象研究所)、前野 深(東京大学地震研究所)、前坂 剛(防災科学技術研究所)

火山噴煙（噴煙柱・火砕流・傘型噴煙）と積乱雲は、それぞれの物理過程を正確に捉えるモデリングと時間・空間分解能の高い観測が推移予測に必須となるなど共通点も多い．特に観測に関しては，気象レーダーや気象衛星などのリモートセンシング技術の発展により詳細な監視が可能になってきており，火山噴煙への応用が進みつつある．しかし，モデリングやリモートセンシングには検証が必要であり，現場観測（in-situ measurement）との比較が欠かせない．
本セッションでは，火山学や気象学，地質学など異種の専門家による議論の中で，火山噴煙・積乱雲のダイナミクスと素過程、およびそれらに伴って発生する現象（降灰、降雨、降雪、降雹、火山岩塊の放出など）の理解を目指す．

[MIS16-P01] 新しい気象庁移流拡散モデルの開発

*新堀 敏基[1]、石井 憲介[1] (1.気象研究所火山研究部)

[MIS16-P02] 火山灰の移流拡散堆積過程における逆問題の数理的構造

*石井 憲介[1]、小屋口 剛博[2] (1.気象研究所火山研究部、2.東京大学地震研究所)

[MIS16-P03] 降下火砕物インバージョンに向けた火砕物供給源モデルの開発

*西條 祥[1]、小屋口 剛博[1]、鈴木 雄治郎[1] (1.東京大学地震研究所)

[MIS16-P04] 落下速度観測から推定された桜島ブルカノ式噴火の噴煙からの火山灰粒子分離高度と粒径分布

*瀧下 恒星[1]、井口 正人[2]、園田 忠臣[2] (1.京都大学大学院 理学研究科、2.京都大学防災研究所)

[MIS16-P05] 浅間山天明噴火降下軽石最大粒径の遠方への追跡： mmスケールの降下軽石の等最大粒径線を関東平野で描く試み

*竹内 晋吾[1]、上澤 真平[1] (1.一般財団法人　電力中央研究所 地球工学研究所 地圏科学領域)

[MIS16-P06] 衛星および地上リモートセンシングによる阿蘇火山2016年10月8日噴火前の噴煙活動評価

*森田 雅明[1] (1.産業技術総合研究所)

[MIS16-P07] Characteristics of polarimetric radar parameters of dry volcanic ash clouds

*Yura Kim[1]、Masayuki Maki[1]、Masato Iguchi[2]、Dong-In Lee[3] (1.Research and Education Center for Natural Hazards, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima, Japan、2.Sakurajima Volcano Research Center/DPRI, Kyoto University, Sakurajima, Kagoshima, Japan、3.Department of Atmospheric Sciences, Pukyong National University, Namgu, Busan, Republic of Korea)

[MIS16-P08] 気象レーダーを用いた汎用的噴煙解析手法の開発

*佐藤 英一[1]、千馬 竜太郎[2] (1.気象研究所、2.福岡管区気象台)

新しい気象庁移流拡散モデルの開発
Redesign of the Japan Meteorological Agency Atmospheric Transport Model

*新堀 敏基[1]、石井 憲介[1]
*Toshiki Shimbori[1], Kensuke Ishii[1]

1. 気象研究所火山研究部
1. Volcanology Research Department, Meteorological Research Institute

気象庁移流拡散モデル（JMA-ATM）を新たに開発する．

現在，気象庁では，主な目的として航空路火山灰情報（VAA）を発表するために全球モデル（GSM）の格子点値（GPV）を入力する全球移流拡散モデル（JMA-GATM）と，降灰予報のために非静力学モデルasuca（気象庁予報部, 2014）に基づくメソモデル（MSM）または局地モデル（LFM）のGPVを入力する領域移流拡散モデル（JMA-RATM）を運用している．2019年度から始まる気象研究所中期研究計画の一つ『火山活動の監視・予測に関する研究』の副課題３「火山噴出物の監視技術とデータ同化に基づく輸送予測」においては，JMA-ATMを新たに開発して，火山灰データ同化（石井・他, 2017）と結合した解析・予報サイクル，すなわち火山灰データ同化・予測システムの構築をテーマに研究を進める計画である．

新しいATMは，降灰予報およびVAA業務における現業化を念頭に，堅牢性・速報性・柔軟性および開発管理の観点から設計している．**堅牢性**：現業運用において異常終了しないためにラグランジュ記述．**速報性**：降灰予報およびVAAを迅速に発表するためにオフライン計算．さらに今後，濃度予測の業務化などに伴う計算量の増加を見込んで，GPV要素変換の前処理化，スーパーコンピュータ上ではMPIによる並列計算．**柔軟性**：初期値は供給源モデルによる火山灰に限定せず，入力値は数値予報モデル（GSM, MSMおよびLFM）のGPVに特化しない計算粒子・座標系の設定．**開発管理**：気象庁内におけるモデル開発の相互点検・共有のためのシステムによるプロジェクト管理およびバージョン管理．これらのうち，ラグランジュ記述でオフライン計算することは現行モデルを踏襲する．GPVの入力方法は，従来GATMはGSMと同じ地形に沿った気圧座標系，RATMはasucaと同じ地形に沿った高度座標系（新堀・他, 2016）で直接読込していたが，新しいATMは前処理で異なる種類のGPVを共通の気象要素に変換して高度座標系で読込む．この方針により，二つに分かれていたGATMとRATMは，一つのATMに統一される（Fig. 1）．新しいATMのプログラム（ソースコード）は，コーディングルール（室井・他, 2002）を規範としてFortranで書き，すべてのサブルーチンをモジュール化して可読性を高める．そして，各力学・物理過程では計算粒子の時間変化率を求め，タイムステップの最後に時間積分することにより，各過程は基本的に可換にして独立性を保たせる．新しいATMのソースコードを含む開発環境については，気象庁予報部（2017）で導入されたSubversion（SVN）により変更履歴を管理するとともに，SVNと連携したRedmineにより作業工程を記録する．

現業モデルとしての新しいATMの最初の目標は， GATMおよびRATMと同等の予測精度を確保することである．特に地表面に近い大気輸送を予測するためには，高度座標系における地形の適切なモデル表現が重要になる．また，新しいATMに対応した可視化や検証ツールなどの開発基盤の整備も必要である．現業化に向けた一連の開発は2020年度をめどにして，JMA-ATMの設計内容は気象研究所技術報告にまとめて上梓を予定している．その後，気象レーダーなどによる観測データ（例えば，佐藤・他, 2019）を同化するためのシステムに結合するとともに，モデル自体の予測精度を上げるために，凝集や再飛散過程の導入などによりATMの改良を行ってゆきたい．

参考文献

石井憲介, 新堀敏基, 佐藤英一, 林　勇太, 徳本哲男, 福井敬一, 橋本明弘, 2017: 火山灰拡散予測のための火山灰データ同化システムの開発. *日本地球惑星科学連合大会予稿集*, MIS02-P02.

気象庁予報部, 2014: 次世代非静力学モデルasuca. *数値予報課報告・別冊*, **60**, 151 p.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

気象庁予報部, 2017: 数値予報モデル開発のための基盤整備および開発管理. *数値予報課報告・別冊*, **63**, 108 p.

室井ちあし，豊田英司, 吉村裕正, 保坂征宏, 杉　正人, 2002: 標準コーディングルール. *天気*, **49**, 91-95.

佐藤英一, 千馬竜太郎, 福井敬一, 新堀敏基, 2019: 二重偏波レーダーを用いた曇天・雨天時の火山噴煙の観測について（第２報）. *日本気象学会春季大会講演予稿集*.

新堀敏基, 2016: 火山灰輸送：モデルと予測. *火山*, **61**, 399-427.

新堀敏基, 林　洋介, 藤原善明, 松田康平, 石井憲介, 佐藤英一, 徳本哲男, 2016: 領域移流拡散モデルへのasucaモデル面GPV導入ー降灰予報で活用するためにー. *日本火山学会講演予稿集*, 189.

キーワード：移流拡散モデル、JMA-ATM、火山灰、火山礫、降灰予報、航空路火山灰情報
Keywords: Atmospheric Transport Model, JMA-ATM, volcanic ash, lapilli, VAFF, VAA

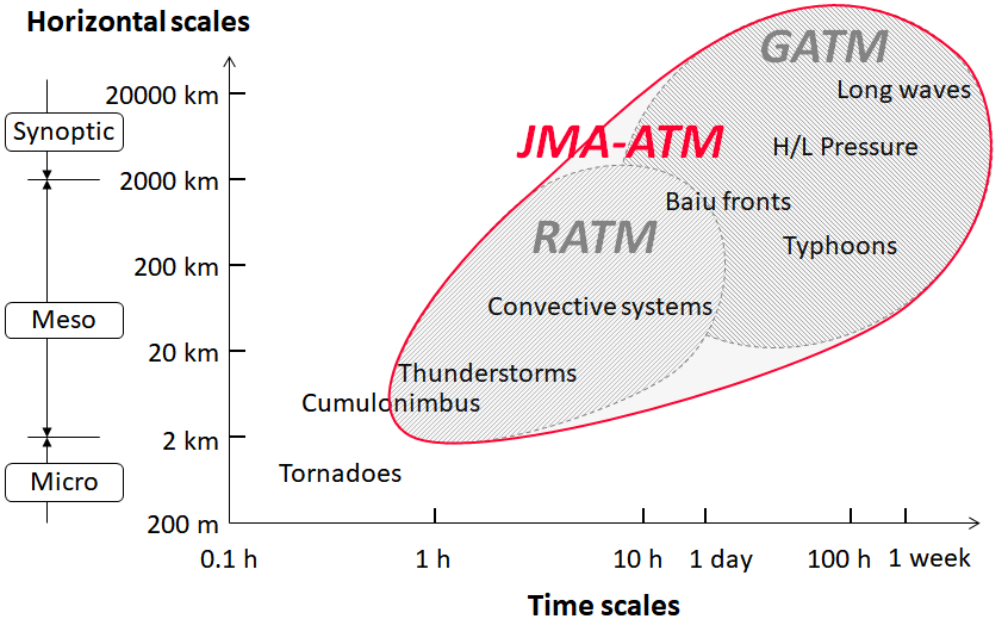


Fig. 1 Horizontal and time scales of atmospheric phenomena covered by the JMA 's ATMs (after Shimbori, 2016).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

火山灰の移流拡散堆積過程における逆問題の数理的構造
Mathematical mechanism of an inverse problem for tephra transport and dispersal model

*石井 憲介[1]、小屋口 剛博[2]
*Kensuke Ishii[1], Takehiro Koyaguchi[2]

1. 気象研究所火山研究部、2. 東京大学地震研究所
1. Meteorological Research Institute, 2. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

火山噴火時の噴煙柱から離脱する火砕物の鉛直濃度分布を正確に求めることは重要である。例えば、気象庁の降灰予報では、移流拡散モデルによって地表における降下火砕物分布の予測計算を行っているが、その予測精度は初期値である火砕物の鉛直濃度分布に大きく左右される。また、解析や観測による火砕物の鉛直濃度分布の高精度な推定は、噴煙柱の力学モデル（例えば、Wood&Bursik1991）の検証や理解にも貢献する。

本研究で対象とする力学系は、噴煙柱の各高度から放出された火砕物が風によって運ばれ拡散しながら終端速度によって落下し最終的に地表に堆積する系とした。このとき、噴煙柱から離脱する火砕物の鉛直濃度分布から地表の降下火砕物分布を計算するモデルは線形の移流拡散モデルとなる。従って、降下火砕物観測から火砕物の鉛直濃度分布を求めるために解くべき問題は、線形の逆問題に帰着する。そこで本研究では、降下火砕物分布（観測）と火砕物の鉛直濃度分布（モデルパラメータ）の関係を調べるために、逆解析手法の一つである特異値分解を用いて、数値実験を行った。数値実験では、疑似的な観測データを作成し、誤差の伝搬を含めて、この問題の数理的な構造を調べた。

この力学系における逆問題は、降下火砕物の観測数を十分に多くとれば「優決定問題」となる。しかしながら、特異値解析によると、この逆問題は数理的に「不適切」な性質を持ち、多数のモデルパラメータを推定することが困難である。すなわち、上層から放出された火砕物ほど、拡散の影響によって情報を失いやすいという特徴を反映して、観測誤差を拡大させる小さな特異値が生じやすくなる。その結果、観測誤差に支配された非物理的なモデルパラメータが推定されてしまう（過剰適合）。この問題を回避するには、小さな特異値を持つ特異ベクトルを何らかの方法で解析値から除外する必要がある。そこで我々は、「正則化」と「鉛直座標の最適化」をおこなった。正則化とは、小さな特異値を持つ特異ベクトルの成分を考慮しない方法であり、例えばPicardの条件を用いた正則化やTikhonov正則化等がある。一方、鉛直座標の最適化は、小さな特異値の発生を回避することを目的として、格子点の間を線形補完することによりモデルパラメータの数を減らす方法である。我々は、これらの方法を組み合わせて用いることによって、過剰適合を適切に抑えた近似解を得ることができた。

今後、我々はこの逆問題について、より効率的かつ高精度なモデルパラメータ推定を行うとともに、本研究で蓄積した知見を噴煙ダイナミクスモデルと組み合わせることで、マグマ噴出率等のより基本的な噴火パラメータを推定したいと考えている。本発表では、これらの取り組み状況や今後の展望について報告する。

キーワード：逆問題、特異値、特異値分解、噴煙柱、降下火砕物、火山噴火
Keywords: inverse problem, singurar value, singurar value decomposition, eruption column, tephra fallout deposit, volcanic eruption

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

降下火砕物インバージョンに向けた火砕物供給源モデルの開発
Development of the plume source model for inversion of tephra fallout

*西條 祥[1]、小屋口 剛博[1]、鈴木 雄治郎[1]
*Akira Nishijo[1], Takehiro Koyaguchi[1], Yujiro Suzuki[1]

1. 東京大学地震研究所
1. The University of Tokyo Earthquake Research Institute

爆発的火山噴火においては噴煙からマグマの破片（火砕物）が降下し、降下火砕堆積物を形成する。降下火砕堆積物の総質量は、イベント全体のマグマ噴出量（噴火の規模）に直結する。降下火砕物の粒径と最大飛距離の関係は火山噴煙の高度と密接に関連し、さらに噴煙高度は単位時間あたりのマグマ噴出率（噴火の激しさ）によって決まる。このように、降下火砕堆積物は噴火イベントの特徴を強く反映している。一方、火砕物が大気中を飛散し堆積するまでの物理過程は、移流拡散モデルで記述される。降下火砕物インバージョンとは、このモデルに基づき、堆積物の観測データを最も良く説明する噴火条件を逆計算で推定する手法である（Conner & Conner 2006）。移流拡散モデルのインバージョンで直接的に求まるのは、火口直上の噴煙における火砕物供給量の空間分布である。ここでは、この空間分布について、各粒径の噴煙からの単位時間・単位長さあたり火砕物供給質量を噴煙軸に沿った座標の関数として表し、それを「供給率関数」と呼ぶ。供給率関数は噴煙から離脱する粒子の量を表すため、その特性は噴煙のダイナミクスに依存する。しかしながら先行研究では、供給率関数はダイナミクスを考慮せず数学的関数で近似されてきた（White et al 2017）。本研究の目標は、供給率関数の性質を物理モデルから理解し、インバージョン解析への適用に向けた考察を行うことである。

供給率関数は、粒子沈降モデルと噴煙運動モデルを組み合わせた「火砕物供給源モデル」の出力として得られる。粒子沈降モデルは、噴煙からの火砕物放出プロセスを記述する物理モデルである。噴煙運動モデルは、密度中立高度（NBL）より下では1次元噴煙モデル、NBLに達した後は重力流モデルで記述できる。本研究で使用した1次元噴煙モデルは、風で噴煙が湾曲する効果と粒子放出の物理的フィードバックを考慮したものである（Bursik2001）。また粒子沈降モデルでは、一様に攪拌された噴煙と大気との境界面から火砕物粒子が終端速度で沈降・離脱する過程を考え、さらに風による噴煙の湾曲の影響を考慮した。

火砕物供給源モデルに基づく計算により、粒径ごとの供給率関数が得られた。本モデルの出力としての供給率関数は、「噴煙柱供給率関数」と「重力流供給率関数」の2つの領域から構成される。噴煙柱供給率関数は、1次元噴煙モデルのNBL以下の各高度において噴煙の縁から落下する粒子の質量フラックスを表し、いずれの粒径についても高度に対して下に凸の単調減少関数となる。重力流供給率関数は、1次元噴煙モデルにおいてNBLで噴煙内に残存する粒子の質量フラックスであり、重力流モデルの供給源における質量フラックスを表す。噴煙柱・重力流供給率関数の特徴は、粒径に大きく依存する。直径数cm以上の粗粒粒子の大部分は、噴煙柱下部で大気中へ放出される。その結果、粗粒粒子の噴煙柱供給率関数は急激な減少関数となり、重力流供給率関数はゼロに近い値を取る。直径0.1 mm以下の細粒粒子の大部分は，噴煙内に残った状態でNBLへ到達する。それゆえ、細粒粒子の噴煙柱供給率関数は全域にわたって非常に小さい値を持ち、重力流供給率関数は火口における粒子供給率と近似的に一致する。中間サイズの粒子（直径1~10 mm）の噴煙柱供給率関数は、細粒粒子のものよりも大きな値を持ち、かつ粗粒粒子のものに比べて緩やかな減少関数となる。その結果、噴煙柱上部においては、中間サイズ粒子の大気への放出量は粗粒・細粒粒子の放出量よりも多くなる。また、中間サイズ粒子の重力流供給率関数の値は粒径に関して鋭敏に変化する。本発表では、これらの火砕物供給源モデルに基づく供給率関数と既存のインバージョン研究で用いられている近似関数を比較・議論する。

キーワード：爆発的火山噴火、降下火砕物インバージョン、1次元噴煙モデル、粒子沈降、移流拡散モデル
Keywords: explosive volcanic eruption, inversion of tephra fallout, 1-D eruption model, particle sedimentation, advection-diffusion model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

落下速度観測から推定された桜島ブルカノ式噴火の噴煙からの火山灰粒子分離高度と粒径分布
Segregation height and size distribution of volcanic ash of Sakurajima eruptions inferred by observed settling velocity

*瀧下 恒星[1]、井口 正人[2]、園田 忠臣[2]
*Kosei Takishita[1], Masato Iguchi[2], Tadaomi Sonoda[2]

1. 京都大学大学院 理学研究科、2. 京都大学防災研究所
1. Graduate School of Science, Kyoto Univ., 2. DPRI, Kyoto Univ.

1. はじめに

降灰予測モデルにおいて，精度に最も影響を与える入力値は質量噴出率や風だが，さらに精度を上げるには噴煙からの粒子分離も重要である。そのためMannen [2014]は伊豆大島の1986年B噴火（噴煙高度10kmの準プリニー式噴火）の降灰量と移流拡散モデルTephra2を用いて，火山灰粒子の噴煙からの分離高度を推定した。本研究はこの事例研究と似た手法を用いて，桜島の多数のブルカノ式噴火により放出された火山灰の落下速度の実測値に基づいて，粒子の分離高度と粒径分布の特徴を調べた。

2. 観測手法およびデータ

レーザー式雨量計Parsivel[2]（OTT社）を桜島の島内13地点に設置して観測した。本機器は一粒ごとに粒子の直径（0.2-24.5mm）と落下速度(0.2-20.8m/s)を各32区間に分類し，毎分の粒数を記録する。火山灰観測にも有用である[小園・他, 2015]。2018年5月から12月までの8ヶ月間のデータを解析した結果，期間中に発生した346回の噴火のうち156回の噴火によるのべ261地点の降灰が検知された。粒径は0.25mm - 20mmの範囲で検知され，最も体積比での検知量が多かった粒度区間は0.625mm - 0.75mmだった。また落下速度は0m/s -12.8m/sの範囲で検知され，いずれの粒径でも球形粒子の終端速度[Wilson and Huang, 1973]を下回った。

3. 解析手法

噴煙を離れた火山灰は移流，拡散，落下の複合過程を経て地上に到達する。地上の観測点から遡って流跡線を推定し，噴煙に最も近づいた高度を噴煙分離高度とした。風の場の水平成分は鹿児島地方気象台による観測値を高度・時間方向に内挿することにより得られ，鉛直成分は無視された。また拡散は水平方向の二次元ガウス分布[Suzuki, 1983]で表せること，落下速度は地表で観測される値で一定であること，噴煙は火口から高度方向に伸びる線状源であることを仮定した。

4. 粒子分離高度と粒径分布

噴火開始から10分以内に分離したと推定された粒子から，17回の噴火での高度ごとの火山灰の分離重量と粒径分布が推定された。これらの噴火は噴煙高度が400m - 4700m（3回は不明）で，噴煙全体のうち150m - 990mの高度区間が推定された。このうち最も広い高度区間で推定された，2018年6月9日15:09の噴火は，噴煙高度1400m（海抜2400m）の噴煙を伴い，引ノ平観測点（火口から1.6km，14,642粒検知）とハルタ山観測点（2.7km，229粒検知）で降灰が検知された。噴煙のうち海抜1260mから2250mまでの990mの区間が推定された。この区間から分離した火山灰の重量は4.4×10^3tだった。ここで火山灰の分離密度[t/m]の対数をαと定義する。この噴火においては，αはどの高度でも-1から0の間で推移し，高度との相関はなかった。また粒度分布については，0.75mm未満の粒子の割合と離脱高度が強い逆相関（R=-0.94）を示し，高い場所ほど小さな粒径の割合が下がることが示唆された。

2018年7月16日15:38の噴火は高度4600mの噴煙を放出し，引ノ平観測点（7,767粒検知），ハルタ山観測点（176粒検知），赤水観測点（火口から4.6km，2,501粒検知）で降灰が検知された。3地点のデータから，噴煙のうち海抜1290mから1710m，2070mから2570mまでのあわせて920mの区間が推定された。この範囲から分離した火山灰の重量は3.6×10^3tで，αは-2から0の間で推移し，高度との相関はなかった。0.75mm未満の粒子の割合と離脱高度も強い相関は見られなかった（R=-0.39）。

ほとんどの噴火では高度と粒径分布に相関が見られなかったが，中には6月9日の噴火と同様の逆相関

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

（R<-0.9）が見られたもの（4回），強い正相関（R>0.9）が見られたもの（1回）があった。Mannen [2014]も似たような逆相関を示した。

5．手法の検証

同じ期間に鹿児島県内のより広い範囲で継続的に観測された総降灰量から得られたαの平均は0.46である。本研究におけるαの平均は-0.18で，この値よりも小さい。これは本研究が噴火開始から10分間のデータのみを扱っているためである。

分離高度の一部は火口の標高（海抜1000m）以下と推定された。この原因は下降風を無視したことだと考えられるため，今後考慮する。

キーワード：噴煙からの分離、桜島火山、降下火山灰、パーシベル
Keywords: segregation from a volcanic plume, Sakurajima volcano, tephra fall, Parsivel

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

浅間山天明噴火降下軽石最大粒径の遠方への追跡： mmスケールの降下軽石の等最大粒径線を関東平野で描く試み
Distant tracking of maximum pumice diameter in pumice-fall of the Tenmei eruption of Asama volcano: An attempt to draw isopleth lines of mm scale-maximum pumice diameter in the Kanto Plain

*竹内 晋吾[1]、上澤 真平[1]
*Shingo Takeuchi[1], Shimpei Uesawa[1]

1. 一般財団法人　電力中央研究所 地球工学研究所 地圏科学領域
1. Central Research Institute of Electric Power Industry, Civil Engineering Research Laboratory, Geosphere Sciences

降灰は火山の遠方にまで到達し、たとえ少量でも人間社会に様々な影響を及ぼす可能性がある。例えば、厚さ1 mmの降灰堆積物によって、建物屋根などには約1 kg/m^{2}の荷重がかかる。その影響は降灰の粒径にも依存し、より細粒な降灰粒子ほど吸気されやすく、空冷機器や人体への影響が大きくなる。火山から遠方の地域において表土上に堆積するcmスケール以下の層厚の薄い降灰堆積物は、堆積後の土壌化過程での物質移動（例えば生物擾乱）により地層としては残りにくいが、降灰粒子は土壌中に保存されている可能性がある。そのような遠方での降灰粒子特性を明らかにすることは、実績に基づく降灰影響の評価だけでなく、遠方に及ぶ噴煙・火山灰拡散に関わるモデルを検証するための”地質学的観測データ”としても重要である。そこで本研究では火山から遠方の地域での降灰堆積物について、土壌中の粒子の分析により降下軽石を認定し、遠方での降灰粒子特性を得ることを試みた。比較的最近の関東地方での降灰の一例として、1783年の浅間山天明噴火の降下軽石を対象に、降灰域全体（群馬県・栃木県・茨城県・埼玉県・千葉県・東京都）に渡る調査を行い、mmスケールの降下軽石の等最大粒径線を描く試みについて報告する。

竹内・上澤（2018, JpGU）では、浅間山から南東に伸びる天明噴火降灰の降下主軸にほぼ沿う地域で調査を行い、浅間山からの距離と軽石最大粒径の関係を明らかにし、Minakami (1942)の最大粒径データと調和的に遠方でのデータがつながることを示した。また、埼玉県吉見町、千葉県我孫子市、成田市で採集された軽石粒子の石基ガラス組成を測定し、浅間山近傍で得られる天明噴火軽石の石基ガラスとの一致を確認した。本論では、同様の調査を降下主軸から離れた関東平野全体に展開した。

調査地点選定にあたっては、空撮画像・古地図を利用し、天明噴火以降の表土の削剥や耕作による客土の可能性を可能な限り排除した。地表下15 cm程度の森林の林床土壌を採集し、水洗と過酸化水素水により処理した後に篩い分けを行い、土壌粒子の観察を行った。顕微鏡あるいはフラットベットスキャナーで粒子を撮影し、画像解析により新鮮な黄白色軽石粒子を抽出し、それらの形状を楕円近似した場合の最大長軸を計測し、粒径とした。上位5位までの軽石粒径の平均をとることにより、その地点での最大軽石粒径とした。

現時点での暫定結果として、降下軽石について最小1 mmまでの等最大粒径線を関東平野内で描ける見通しを得た。1 mmの等最大粒径線は埼玉県秩父市から、日高市、川越市を通り、千葉県流山市、印西市をつなぐ曲線として描くことができる。その先は茨城県内に入ると予想されるが現時点では未確定である。茨城県下妻市や坂東市で1.4 mmのデータを得ており、それよりも東方の地域での調査を今後進める予定である。

なお、本研究では浅間山天仁噴火（1108年）の降下軽石の特徴の把握も行った。群馬県南部および栃木県南部では、天明噴火の降灰域が浅間山から東方に主軸を持つ天仁噴火の降灰域と重なり、土壌からは天仁噴火起源と考えられる軽石粒子も出現する。従って、軽石粒子の判別が必要となる。天明噴火の降下主軸に沿う群馬県南西部での降下軽石層の観察では、天仁噴火に比べ天明噴火の軽石の最大粒径が大きい。従って天明噴火

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

の降下主軸から南側の範囲では、天仁噴火軽石の混入の影響は埼玉県北部でも軽微と考えることができる。一方、群馬県南部から栃木県南部に渡る地域では、天仁と天明噴火の軽石最大粒径が同程度、あるいは天仁噴火の方が大きい場合がある。降下軽石層の観察では天明噴火軽石は黄白色、天仁噴火は褐色軽石に富む特徴がある。色調の違いは石基ガラス組成、石基結晶化組織、発泡組織の違いに起因すると考えられるため、今後は、これらの特徴の違いを基にして、浅間山天仁噴火と天明噴火軽石の判別の精度を高める予定である。

キーワード：降下火山灰、降下軽石最大粒径、浅間山天明噴火
Keywords: volcanic ash-fall, maximum pumice size, Tenmei eruption of Asama volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

衛星および地上リモートセンシングによる阿蘇火山2016年10月8日噴火前の噴煙活動評価

Degassing activity of Aso volcano, Japan, before the 8 October 2016 eruption measured by satellite and ground-based remote sensing techniques

*森田 雅明[1]
*Masaaki Morita[1]

1. 産業技術総合研究所
1. Geological Survey of Japan, AIST

火山ガスの放出率は，二酸化硫黄（SO_2）放出率として地上での分光学的遠隔観測により測定されてきた。近年，技術的な進展により，衛星搭載センサーを用いて非噴火時のSO_2放出量を測定することが可能となってきた。本研究では，これらの測定手法を火山噴煙のカメラ画像と組み合わせることで，阿蘇火山2016年10月8日噴火前の噴煙活動を評価することを試みた。2016年4月～10月の期間で，Ozone Mapping and Profiler Suite（OMPS）により測定された大気中SO_2量を，気象庁により地上で測定されたSO_2放出率およびカメラ画像から推定した噴煙高度と比較した。その結果，これら3成分は観測期間全体で類似した変動を示した。2016年8月には大気中SO_2量および噴煙高度は，それぞれ1000トンおよび火口縁上900メートル程度に増大した。両者の値は，その後徐々に低下したが，10月に入って急激な上昇を示し，最高値に達した（それぞれ1200トン以上および火口縁上1010メートル）。これらの類似した変動は，脱ガスの状況が観測期間中には安定していたにもかかわらず，火道浅部における火山ガスの蓄積が，このマグマ水蒸気噴火のトリガーとなったことを示唆する。本研究の結果は，低い高度にある火山噴煙に対しても，衛星による火山ガス放出率のモニタリングが有用であることを意味する。

キーワード：火山ガス、阿蘇、リモートセンシング、二酸化硫黄放出率、OMPS
Keywords: Volcanic gas, Aso volcano, Remote sensing, Sulfur dioxide flux, OMPS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Characteristics of polarimetric radar parameters of dry volcanic ash clouds

*Yura Kim[1], Masayuki Maki[1], Masato Iguchi[2], Dong-In Lee[3]

1. Research and Education Center for Natural Hazards, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima, Japan, 2. Sakurajima Volcano Research Center/DPRI, Kyoto University, Sakurajima, Kagoshima, Japan, 3. Department of Atmospheric Sciences, Pukyong National University, Namgu, Busan, Republic of Korea

We analyzed statistically the polarimetric radar data of 9 Sakurajima volcanic eruption clouds in 2013. All eruption clouds have a height exceeding 3000m. According to the results, Z_H has positively skewed distributions (Skewness of 1.6; mean Z_H of 9.77 dBZ and median of 7.4 dBZ), Z_{DR} has normal distributions (Skewness of 0.02; mean Z_{DR} of 1.58 dB and median of 1.6 dB), K_{DP} has positively skewed distributions (Skewness of 7.12; mean K_{DP} of 0.03 deg/km and median of 0.0 deg/km), and ρ_{hv} has negatively skewed distributions (Skewness of -1.02; mean ρ_{hv} of 0.77 and median of 0.8). Depending on time after the eruption, the average Z_H decreased from 22.3 dBZ to 6.75 dBZ while the average Z_{DR} and ρ_{hv} tended to increase from 1.24 dB to 1.67 dB, and from 0.47 to 0.83, respectively.

Keywords: polarimetric radar parameters, volcanic ash, statistical analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

気象レーダーを用いた汎用的噴煙解析手法の開発
Development of easy tools for volcanic eruption plume/cloud analysis using weather radars

*佐藤 英一[1]、千馬 竜太郎[2]
*Eiichi Sato[1], Ryutaro Senba[2]

1. 気象研究所、2. 福岡管区気象台
1. Meteorological Research Institute, 2. Fukuoka Regional Headquarter, Japan Meteorological Agency

気象研究所と鹿児島地方気象台は、気象レーダーを用いた噴煙の汎用的解析手法に関する研究に取り組んでいる。火山学の中では噴煙のレーダー解析は少数のため、特にレーダー気象学の初学者向けに汎用的解析ツールの開発を行っている。気象庁における火山の噴煙観測は、主に遠望カメラの画像に映る噴煙を解析することで行われているため、気象条件によっては噴煙の観測は不可能になるという状態にある。レーダーデータによる噴煙の解析が容易になれば、雲などにより火口付近の視界が悪い場合でも即時的な噴煙の観測を行うことが可能になり、噴火に関する情報をより正確に得られることが期待される。本発表では、ツール開発の概要と事例解析結果について述べる。

ツールの開発については、気象研究所で開発されたレーダー解析ソフト“Draft”を用いる。Draftはレーダーデータのフォーマット変換やレーダーの解析、描画までを行うコマンド群からなっている。これらのコマンド群を適切に利用すればレーダーデータから噴煙エコーを解析することは可能であるが、レーダー気象学、またDraftそのものにあまり触れたことがない場合には解析は容易ではない。そのため、これらのコマンドや他のプログラム等を組み合わせ、レーダーデータの入手から解析結果の描画までをほぼ自動的に行うことで容易に噴煙の状態を把握できるようなツールの開発を目標としている。

事例解析としては、2017年11月13日に桜島の南岳山頂火口で起きた噴火を対象に行った解析例を紹介する。この噴火に伴う噴煙は、山頂付近を覆う雲のため目視及び遠望カメラでは観測ができなかった。しかし、桜島にある有村観測坑道伸縮計(大隅河川国道事務所)の火口方向と直交する方向の成分で観測された山体の収縮を示す変化量を見ると、2018年6月16日に南岳山頂火口で発生した噴煙が海面高度約5700mまで上がった噴火に伴う変化量と同程度であり、熱的な条件が整えば同程度の高度まで噴煙が上がったとしても不思議ではない。この事例を気象庁の現業レーダーである種子島レーダー及び福岡レーダー（Cバンド単偏波ドップラー気象レーダー）のデータを用いて解析した結果、反射強度の分布から噴煙は海面高度4.5～6km程度まで上昇し、10分程度その高度を維持していたことが確認できた。2017年の桜島において噴煙高度が海面上5km程度まで上がった噴火は、昭和火口で起きた5月2日の噴火のみであり、同年では最大規模の噴火であった可能性がある。また、種子島レーダーでは反射強度に二つの空間的なピークが見られる時間帯があった。一方は水滴の付着や凝集によって、反射強度が高まった可能性がある。この事例については、国土交通省のXRAIN等他のレーダーデータを用いた解析も行う予定である。

結果として、雲により噴煙が見えない状況下での、気象レーダーによる噴煙解析ツールの有効性が示された。このツールによって、全天候下での即時的な噴煙解析が可能となることが期待される。しかし課題となる点もある。今回用いた気象庁レーダーの時間分解能が5分程度であり、噴煙量が少なく継続時間が数分程度の規模の噴火では確からしい噴煙高度を求めることができない可能性がある。以後は引き続きツールの開発を実施すると共に、事例解析を進めつつ解析手法の高度化を目指したい。

キーワード：火山噴煙、気象レーダー、桜島火山
Keywords: volcanic eruption plume/cloud, weather radar, Sakurajima volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_40

[M-IS16] 火山噴煙・積乱雲のモデリングと観測

コンビーナ:佐藤 英一(気象研究所)、前野 深(東京大学地震研究所)、前坂 剛(防災科学技術研究所)

火山噴煙（噴煙柱・火砕流・傘型噴煙）と積乱雲は、それぞれの物理過程を正確に捉えるモデリングと時間・空間分解能の高い観測が推移予測に必須となるなど共通点も多い．特に観測に関しては，気象レーダーや気象衛星などのリモートセンシング技術の発展により詳細な監視が可能になってきており，火山噴煙への応用が進みつつある．しかし，モデリングやリモートセンシングには検証が必要であり，現場観測（in-situ measurement）との比較が欠かせない．
本セッションでは，火山学や気象学，地質学など異種の専門家による議論の中で，火山噴煙・積乱雲のダイナミクスと素過程、およびそれらに伴って発生する現象（降灰、降雨、降雪、降雹、火山岩塊の放出など）の理解を目指す．

[MIS16-P01] 新しい気象庁移流拡散モデルの開発

*新堀 敏基[1]、石井 憲介[1] (1.気象研究所火山研究部)

[MIS16-P02] 火山灰の移流拡散堆積過程における逆問題の数理的構造

*石井 憲介[1]、小屋口 剛博[2] (1.気象研究所火山研究部、2.東京大学地震研究所)

[MIS16-P03] 降下火砕物インバージョンに向けた火砕物供給源モデルの開発

*西條 祥[1]、小屋口 剛博[1]、鈴木 雄治郎[1] (1.東京大学地震研究所)

[MIS16-P04] 落下速度観測から推定された桜島ブルカノ式噴火の噴煙からの火山灰粒子分離高度と粒径分布

*瀧下 恒星[1]、井口 正人[2]、園田 忠臣[2] (1.京都大学大学院 理学研究科、2.京都大学防災研究所)

[MIS16-P05] 浅間山天明噴火降下軽石最大粒径の遠方への追跡： mmスケールの降下軽石の等最大粒径線を関東平野で描く試み

*竹内 晋吾[1]、上澤 真平[1] (1.一般財団法人　電力中央研究所 地球工学研究所 地圏科学領域)

[MIS16-P06] 衛星および地上リモートセンシングによる阿蘇火山2016年10月8日噴火前の噴煙活動評価

*森田 雅明[1] (1.産業技術総合研究所)

[MIS16-P07] Characteristics of polarimetric radar parameters of dry volcanic ash clouds

*Yura Kim[1]、Masayuki Maki[1]、Masato Iguchi[2]、Dong-In Lee[3] (1.Research and Education Center for Natural Hazards, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima, Japan、2.Sakurajima Volcano Research Center/DPRI, Kyoto University, Sakurajima, Kagoshima, Japan、3.Department of Atmospheric Sciences, Pukyong National University, Namgu, Busan, Republic of Korea)

[MIS16-P08] 気象レーダーを用いた汎用的噴煙解析手法の開発

*佐藤 英一[1]、千馬 竜太郎[2] (1.気象研究所、2.福岡管区気象台)

新しい気象庁移流拡散モデルの開発
Redesign of the Japan Meteorological Agency Atmospheric Transport Model

*新堀 敏基[1]、石井 憲介[1]
*Toshiki Shimbori[1], Kensuke Ishii[1]

1. 気象研究所火山研究部
1. Volcanology Research Department, Meteorological Research Institute

気象庁移流拡散モデル（JMA-ATM）を新たに開発する．

現在，気象庁では，主な目的として航空路火山灰情報（VAA）を発表するために全球モデル（GSM）の格子点値（GPV）を入力する全球移流拡散モデル（JMA-GATM）と，降灰予報のために非静力学モデルasuca（気象庁予報部, 2014）に基づくメソモデル（MSM）または局地モデル（LFM）のGPVを入力する領域移流拡散モデル（JMA-RATM）を運用している．2019年度から始まる気象研究所中期研究計画の一つ『火山活動の監視・予測に関する研究』の副課題３「火山噴出物の監視技術とデータ同化に基づく輸送予測」においては，JMA-ATMを新たに開発して，火山灰データ同化（石井・他, 2017）と結合した解析・予報サイクル，すなわち火山灰データ同化・予測システムの構築をテーマに研究を進める計画である．

新しいATMは，降灰予報およびVAA業務における現業化を念頭に，堅牢性・速報性・柔軟性および開発管理の観点から設計している．**堅牢性**：現業運用において異常終了しないためにラグランジュ記述．**速報性**：降灰予報およびVAAを迅速に発表するためにオフライン計算．さらに今後，濃度予測の業務化などに伴う計算量の増加を見込んで，GPV要素変換の前処理化，スーパーコンピュータ上ではMPIによる並列計算．**柔軟性**：初期値は供給源モデルによる火山灰に限定せず，入力値は数値予報モデル（GSM, MSMおよびLFM）のGPVに特化しない計算粒子・座標系の設定．**開発管理**：気象庁内におけるモデル開発の相互点検・共有のためのシステムによるプロジェクト管理およびバージョン管理．これらのうち，ラグランジュ記述でオフライン計算することは現行モデルを踏襲する．GPVの入力方法は，従来GATMはGSMと同じ地形に沿った気圧座標系，RATMはasucaと同じ地形に沿った高度座標系（新堀・他, 2016）で直接読込していたが，新しいATMは前処理で異なる種類のGPVを共通の気象要素に変換して高度座標系で読込む．この方針により，二つに分かれていたGATMとRATMは，一つのATMに統一される（Fig. 1）．新しいATMのプログラム（ソースコード）は，コーディングルール（室井・他, 2002）を規範としてFortranで書き，すべてのサブルーチンをモジュール化して可読性を高める．そして，各力学・物理過程では計算粒子の時間変化率を求め，タイムステップの最後に時間積分することにより，各過程は基本的に可換にして独立性を保たせる．新しいATMのソースコードを含む開発環境については，気象庁予報部（2017）で導入されたSubversion（SVN）により変更履歴を管理するとともに，SVNと連携したRedmineにより作業工程を記録する．

現業モデルとしての新しいATMの最初の目標は， GATMおよびRATMと同等の予測精度を確保することである．特に地表面に近い大気輸送を予測するためには，高度座標系における地形の適切なモデル表現が重要になる．また，新しいATMに対応した可視化や検証ツールなどの開発基盤の整備も必要である．現業化に向けた一連の開発は2020年度をめどにして，JMA-ATMの設計内容は気象研究所技術報告にまとめて上梓を予定している．その後，気象レーダーなどによる観測データ（例えば，佐藤・他, 2019）を同化するためのシステムに結合するとともに，モデル自体の予測精度を上げるために，凝集や再飛散過程の導入などによりATMの改良を行ってゆきたい．

参考文献

石井憲介, 新堀敏基, 佐藤英一, 林　勇太, 徳本哲男, 福井敬一, 橋本明弘, 2017: 火山灰拡散予測のための火山灰データ同化システムの開発. *日本地球惑星科学連合大会予稿集*, MIS02-P02.

気象庁予報部, 2014: 次世代非静力学モデルasuca. *数値予報課報告・別冊*, **60**, 151 p.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

気象庁予報部, 2017: 数値予報モデル開発のための基盤整備および開発管理. *数値予報課報告・別冊*, **63**, 108 p.

室井ちあし，豊田英司, 吉村裕正, 保坂征宏, 杉　正人, 2002: 標準コーディングルール. *天気*, **49**, 91-95.

佐藤英一, 千馬竜太郎, 福井敬一, 新堀敏基, 2019: 二重偏波レーダーを用いた曇天・雨天時の火山噴煙の観測について（第２報）. *日本気象学会春季大会講演予稿集*.

新堀敏基, 2016: 火山灰輸送：モデルと予測. *火山*, **61**, 399-427.

新堀敏基, 林　洋介, 藤原善明, 松田康平, 石井憲介, 佐藤英一, 徳本哲男, 2016: 領域移流拡散モデルへのasucaモデル面GPV導入ー降灰予報で活用するためにー. *日本火山学会講演予稿集*, 189.

キーワード：移流拡散モデル、JMA-ATM、火山灰、火山礫、降灰予報、航空路火山灰情報
Keywords: Atmospheric Transport Model, JMA-ATM, volcanic ash, lapilli, VAFF, VAA

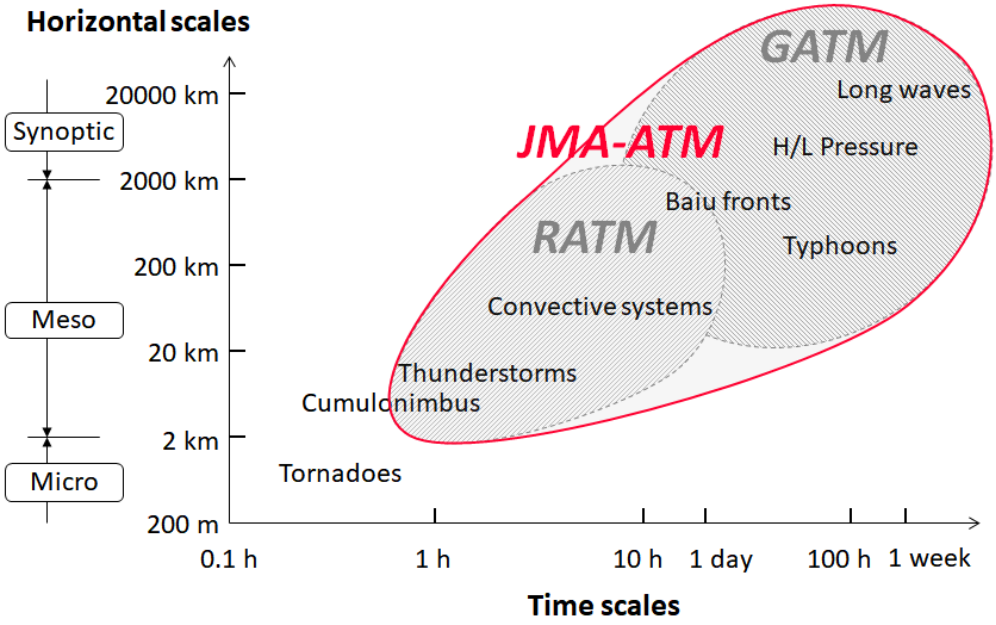


Fig. 1 Horizontal and time scales of atmospheric phenomena covered by the JMA 's ATMs (after Shimbori, 2016).

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

火山灰の移流拡散堆積過程における逆問題の数理的構造
Mathematical mechanism of an inverse problem for tephra transport and dispersal model

*石井 憲介[1]、小屋口 剛博[2]
*Kensuke Ishii[1], Takehiro Koyaguchi[2]

1. 気象研究所火山研究部、2. 東京大学地震研究所
1. Meteorological Research Institute, 2. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

火山噴火時の噴煙柱から離脱する火砕物の鉛直濃度分布を正確に求めることは重要である。例えば、気象庁の降灰予報では、移流拡散モデルによって地表における降下火砕物分布の予測計算を行っているが、その予測精度は初期値である火砕物の鉛直濃度分布に大きく左右される。また、解析や観測による火砕物の鉛直濃度分布の高精度な推定は、噴煙柱の力学モデル（例えば、Wood&Bursik1991）の検証や理解にも貢献する。

本研究で対象とする力学系は、噴煙柱の各高度から放出された火砕物が風によって運ばれ拡散しながら終端速度によって落下し最終的に地表に堆積する系とした。このとき、噴煙柱から離脱する火砕物の鉛直濃度分布から地表の降下火砕物分布を計算するモデルは線形の移流拡散モデルとなる。従って、降下火砕物観測から火砕物の鉛直濃度分布を求めるために解くべき問題は、線形の逆問題に帰着する。そこで本研究では、降下火砕物分布（観測）と火砕物の鉛直濃度分布（モデルパラメータ）の関係を調べるために、逆解析手法の一つである特異値分解を用いて、数値実験を行った。数値実験では、疑似的な観測データを作成し、誤差の伝搬を含めて、この問題の数理的な構造を調べた。

この力学系における逆問題は、降下火砕物の観測数を十分に多くとれば「優決定問題」となる。しかしながら、特異値解析によると、この逆問題は数理的に「不適切」な性質を持ち、多数のモデルパラメータを推定することが困難である。すなわち、上層から放出された火砕物ほど、拡散の影響によって情報を失いやすいという特徴を反映して、観測誤差を拡大させる小さな特異値が生じやすくなる。その結果、観測誤差に支配された非物理的なモデルパラメータが推定されてしまう（過剰適合）。この問題を回避するには、小さな特異値を持つ特異ベクトルを何らかの方法で解析値から除外する必要がある。そこで我々は、「正則化」と「鉛直座標の最適化」をおこなった。正則化とは、小さな特異値を持つ特異ベクトルの成分を考慮しない方法であり、例えばPicardの条件を用いた正則化やTikhonov正則化等がある。一方、鉛直座標の最適化は、小さな特異値の発生を回避することを目的として、格子点の間を線形補完することによりモデルパラメータの数を減らす方法である。我々は、これらの方法を組み合わせて用いることによって、過剰適合を適切に抑えた近似解を得ることができた。

今後、我々はこの逆問題について、より効率的かつ高精度なモデルパラメータ推定を行うとともに、本研究で蓄積した知見を噴煙ダイナミクスモデルと組み合わせることで、マグマ噴出率等のより基本的な噴火パラメータを推定したいと考えている。本発表では、これらの取り組み状況や今後の展望について報告する。

キーワード：逆問題、特異値、特異値分解、噴煙柱、降下火砕物、火山噴火
Keywords: inverse problem, singurar value, singurar value decomposition, eruption column, tephra fallout deposit, volcanic eruption

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

降下火砕物インバージョンに向けた火砕物供給源モデルの開発
Development of the plume source model for inversion of tephra fallout

*西條 祥[1]、小屋口 剛博[1]、鈴木 雄治郎[1]
*Akira Nishijo[1], Takehiro Koyaguchi[1], Yujiro Suzuki[1]

1. 東京大学地震研究所
1. The University of Tokyo Earthquake Research Institute

爆発的火山噴火においては噴煙からマグマの破片（火砕物）が降下し、降下火砕堆積物を形成する。降下火砕堆積物の総質量は、イベント全体のマグマ噴出量（噴火の規模）に直結する。降下火砕物の粒径と最大飛距離の関係は火山噴煙の高度と密接に関連し、さらに噴煙高度は単位時間あたりのマグマ噴出率（噴火の激しさ）によって決まる。このように、降下火砕堆積物は噴火イベントの特徴を強く反映している。一方、火砕物が大気中を飛散し堆積するまでの物理過程は、移流拡散モデルで記述される。降下火砕物インバージョンとは、このモデルに基づき、堆積物の観測データを最も良く説明する噴火条件を逆計算で推定する手法である（Conner & Conner 2006）。移流拡散モデルのインバージョンで直接的に求まるのは、火口直上の噴煙における火砕物供給量の空間分布である。ここでは、この空間分布について、各粒径の噴煙からの単位時間・単位長さあたり火砕物供給質量を噴煙軸に沿った座標の関数として表し、それを「供給率関数」と呼ぶ。供給率関数は噴煙から離脱する粒子の量を表すため、その特性は噴煙のダイナミクスに依存する。しかしながら先行研究では、供給率関数はダイナミクスを考慮せず数学的関数で近似されてきた（White et al 2017）。本研究の目標は、供給率関数の性質を物理モデルから理解し、インバージョン解析への適用に向けた考察を行うことである。

供給率関数は、粒子沈降モデルと噴煙運動モデルを組み合わせた「火砕物供給源モデル」の出力として得られる。粒子沈降モデルは、噴煙からの火砕物放出プロセスを記述する物理モデルである。噴煙運動モデルは、密度中立高度（NBL）より下では1次元噴煙モデル、NBLに達した後は重力流モデルで記述できる。本研究で使用した1次元噴煙モデルは、風で噴煙が湾曲する効果と粒子放出の物理的フィードバックを考慮したものである（Bursik2001）。また粒子沈降モデルでは、一様に攪拌された噴煙と大気との境界面から火砕物粒子が終端速度で沈降・離脱する過程を考え、さらに風による噴煙の湾曲の影響を考慮した。

火砕物供給源モデルに基づく計算により、粒径ごとの供給率関数が得られた。本モデルの出力としての供給率関数は、「噴煙柱供給率関数」と「重力流供給率関数」の2つの領域から構成される。噴煙柱供給率関数は、1次元噴煙モデルのNBL以下の各高度において噴煙の縁から落下する粒子の質量フラックスを表し、いずれの粒径についても高度に対して下に凸の単調減少関数となる。重力流供給率関数は、1次元噴煙モデルにおいてNBLで噴煙内に残存する粒子の質量フラックスであり、重力流モデルの供給源における質量フラックスを表す。噴煙柱・重力流供給率関数の特徴は、粒径に大きく依存する。直径数cm以上の粗粒粒子の大部分は、噴煙柱下部で大気中へ放出される。その結果、粗粒粒子の噴煙柱供給率関数は急激な減少関数となり、重力流供給率関数はゼロに近い値を取る。直径0.1 mm以下の細粒粒子の大部分は，噴煙内に残った状態でNBLへ到達する。それゆえ、細粒粒子の噴煙柱供給率関数は全域にわたって非常に小さい値を持ち、重力流供給率関数は火口における粒子供給率と近似的に一致する。中間サイズの粒子（直径1~10 mm）の噴煙柱供給率関数は、細粒粒子のものよりも大きな値を持ち、かつ粗粒粒子のものに比べて緩やかな減少関数となる。その結果、噴煙柱上部においては、中間サイズ粒子の大気への放出量は粗粒・細粒粒子の放出量よりも多くなる。また、中間サイズ粒子の重力流供給率関数の値は粒径に関して鋭敏に変化する。本発表では、これらの火砕物供給源モデルに基づく供給率関数と既存のインバージョン研究で用いられている近似関数を比較・議論する。

キーワード：爆発的火山噴火、降下火砕物インバージョン、1次元噴煙モデル、粒子沈降、移流拡散モデル
Keywords: explosive volcanic eruption, inversion of tephra fallout, 1-D eruption model, particle sedimentation, advection-diffusion model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

落下速度観測から推定された桜島ブルカノ式噴火の噴煙からの火山灰粒子分離高度と粒径分布
Segregation height and size distribution of volcanic ash of Sakurajima eruptions inferred by observed settling velocity

*瀧下 恒星[1]、井口 正人[2]、園田 忠臣[2]
*Kosei Takishita[1], Masato Iguchi[2], Tadaomi Sonoda[2]

1. 京都大学大学院 理学研究科、2. 京都大学防災研究所
1. Graduate School of Science, Kyoto Univ., 2. DPRI, Kyoto Univ.

1. はじめに

降灰予測モデルにおいて，精度に最も影響を与える入力値は質量噴出率や風だが，さらに精度を上げるには噴煙からの粒子分離も重要である。そのためMannen [2014]は伊豆大島の1986年B噴火（噴煙高度10kmの準プリニー式噴火）の降灰量と移流拡散モデルTephra2を用いて，火山灰粒子の噴煙からの分離高度を推定した。本研究はこの事例研究と似た手法を用いて，桜島の多数のブルカノ式噴火により放出された火山灰の落下速度の実測値に基づいて，粒子の分離高度と粒径分布の特徴を調べた。

2. 観測手法およびデータ

レーザー式雨量計Parsivel[2]（OTT社）を桜島の島内13地点に設置して観測した。本機器は一粒ごとに粒子の直径（0.2-24.5mm）と落下速度(0.2-20.8m/s)を各32区間に分類し，毎分の粒数を記録する。火山灰観測にも有用である[小園・他, 2015]。2018年5月から12月までの8ヶ月間のデータを解析した結果，期間中に発生した346回の噴火のうち156回の噴火によるのべ261地点の降灰が検知された。粒径は0.25mm - 20mmの範囲で検知され，最も体積比での検知量が多かった粒度区間は0.625mm - 0.75mmだった。また落下速度は0m/s -12.8m/sの範囲で検知され，いずれの粒径でも球形粒子の終端速度[Wilson and Huang, 1973]を下回った。

3. 解析手法

噴煙を離れた火山灰は移流，拡散，落下の複合過程を経て地上に到達する。地上の観測点から遡って流跡線を推定し，噴煙に最も近づいた高度を噴煙分離高度とした。風の場の水平成分は鹿児島地方気象台による観測値を高度・時間方向に内挿することにより得られ，鉛直成分は無視された。また拡散は水平方向の二次元ガウス分布[Suzuki, 1983]で表せること，落下速度は地表で観測される値で一定であること，噴煙は火口から高度方向に伸びる線状源であることを仮定した。

4. 粒子分離高度と粒径分布

噴火開始から10分以内に分離したと推定された粒子から，17回の噴火での高度ごとの火山灰の分離重量と粒径分布が推定された。これらの噴火は噴煙高度が400m - 4700m（3回は不明）で，噴煙全体のうち150m - 990mの高度区間が推定された。このうち最も広い高度区間で推定された，2018年6月9日15:09の噴火は，噴煙高度1400m（海抜2400m）の噴煙を伴い，引ノ平観測点（火口から1.6km，14,642粒検知）とハルタ山観測点（2.7km，229粒検知）で降灰が検知された。噴煙のうち海抜1260mから2250mまでの990mの区間が推定された。この区間から分離した火山灰の重量は4.4×10^3tだった。ここで火山灰の分離密度[t/m]の対数をαと定義する。この噴火においては，αはどの高度でも-1から0の間で推移し，高度との相関はなかった。また粒度分布については，0.75mm未満の粒子の割合と離脱高度が強い逆相関（R=-0.94）を示し，高い場所ほど小さな粒径の割合が下がることが示唆された。

2018年7月16日15:38の噴火は高度4600mの噴煙を放出し，引ノ平観測点（7,767粒検知），ハルタ山観測点（176粒検知），赤水観測点（火口から4.6km，2,501粒検知）で降灰が検知された。3地点のデータから，噴煙のうち海抜1290mから1710m，2070mから2570mまでのあわせて920mの区間が推定された。この範囲から分離した火山灰の重量は3.6×10^3tで，αは-2から0の間で推移し，高度との相関はなかった。0.75mm未満の粒子の割合と離脱高度も強い相関は見られなかった（R=-0.39）。

ほとんどの噴火では高度と粒径分布に相関が見られなかったが，中には6月9日の噴火と同様の逆相関

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

（R<-0.9）が見られたもの（4回），強い正相関（R>0.9）が見られたもの（1回）があった。Mannen [2014]も似たような逆相関を示した。

5．手法の検証

同じ期間に鹿児島県内のより広い範囲で継続的に観測された総降灰量から得られたαの平均は0.46である。本研究におけるαの平均は-0.18で，この値よりも小さい。これは本研究が噴火開始から10分間のデータのみを扱っているためである。

分離高度の一部は火口の標高（海抜1000m）以下と推定された。この原因は下降風を無視したことだと考えられるため，今後考慮する。

キーワード：噴煙からの分離、桜島火山、降下火山灰、パーシベル
Keywords: segregation from a volcanic plume, Sakurajima volcano, tephra fall, Parsivel

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

浅間山天明噴火降下軽石最大粒径の遠方への追跡： mmスケールの降下軽石の等最大粒径線を関東平野で描く試み
Distant tracking of maximum pumice diameter in pumice-fall of the Tenmei eruption of Asama volcano: An attempt to draw isopleth lines of mm scale-maximum pumice diameter in the Kanto Plain

*竹内 晋吾[1]、上澤 真平[1]
*Shingo Takeuchi[1], Shimpei Uesawa[1]

1. 一般財団法人　電力中央研究所 地球工学研究所 地圏科学領域
1. Central Research Institute of Electric Power Industry, Civil Engineering Research Laboratory, Geosphere Sciences

降灰は火山の遠方にまで到達し、たとえ少量でも人間社会に様々な影響を及ぼす可能性がある。例えば、厚さ1 mmの降灰堆積物によって、建物屋根などには約1 kg/m^{2}の荷重がかかる。その影響は降灰の粒径にも依存し、より細粒な降灰粒子ほど吸気されやすく、空冷機器や人体への影響が大きくなる。火山から遠方の地域において表土上に堆積するcmスケール以下の層厚の薄い降灰堆積物は、堆積後の土壌化過程での物質移動（例えば生物擾乱）により地層としては残りにくいが、降灰粒子は土壌中に保存されている可能性がある。そのような遠方での降灰粒子特性を明らかにすることは、実績に基づく降灰影響の評価だけでなく、遠方に及ぶ噴煙・火山灰拡散に関わるモデルを検証するための”地質学的観測データ”としても重要である。そこで本研究では火山から遠方の地域での降灰堆積物について、土壌中の粒子の分析により降下軽石を認定し、遠方での降灰粒子特性を得ることを試みた。比較的最近の関東地方での降灰の一例として、1783年の浅間山天明噴火の降下軽石を対象に、降灰域全体（群馬県・栃木県・茨城県・埼玉県・千葉県・東京都）に渡る調査を行い、mmスケールの降下軽石の等最大粒径線を描く試みについて報告する。

竹内・上澤（2018, JpGU）では、浅間山から南東に伸びる天明噴火降灰の降下主軸にほぼ沿う地域で調査を行い、浅間山からの距離と軽石最大粒径の関係を明らかにし、Minakami (1942)の最大粒径データと調和的に遠方でのデータがつながることを示した。また、埼玉県吉見町、千葉県我孫子市、成田市で採集された軽石粒子の石基ガラス組成を測定し、浅間山近傍で得られる天明噴火軽石の石基ガラスとの一致を確認した。本論では、同様の調査を降下主軸から離れた関東平野全体に展開した。

調査地点選定にあたっては、空撮画像・古地図を利用し、天明噴火以降の表土の削剥や耕作による客土の可能性を可能な限り排除した。地表下15 cm程度の森林の林床土壌を採集し、水洗と過酸化水素水により処理した後に篩い分けを行い、土壌粒子の観察を行った。顕微鏡あるいはフラットベットスキャナーで粒子を撮影し、画像解析により新鮮な黄白色軽石粒子を抽出し、それらの形状を楕円近似した場合の最大長軸を計測し、粒径とした。上位5位までの軽石粒径の平均をとることにより、その地点での最大軽石粒径とした。

現時点での暫定結果として、降下軽石について最小1 mmまでの等最大粒径線を関東平野内で描ける見通しを得た。1 mmの等最大粒径線は埼玉県秩父市から、日高市、川越市を通り、千葉県流山市、印西市をつなぐ曲線として描くことができる。その先は茨城県内に入ると予想されるが現時点では未確定である。茨城県下妻市や坂東市で1.4 mmのデータを得ており、それよりも東方の地域での調査を今後進める予定である。

なお、本研究では浅間山天仁噴火（1108年）の降下軽石の特徴の把握も行った。群馬県南部および栃木県南部では、天明噴火の降灰域が浅間山から東方に主軸を持つ天仁噴火の降灰域と重なり、土壌からは天仁噴火起源と考えられる軽石粒子も出現する。従って、軽石粒子の判別が必要となる。天明噴火の降下主軸に沿う群馬県南西部での降下軽石層の観察では、天仁噴火に比べ天明噴火の軽石の最大粒径が大きい。従って天明噴火

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

の降下主軸から南側の範囲では、天仁噴火軽石の混入の影響は埼玉県北部でも軽微と考えることができる。一方、群馬県南部から栃木県南部に渡る地域では、天仁と天明噴火の軽石最大粒径が同程度、あるいは天仁噴火の方が大きい場合がある。降下軽石層の観察では天明噴火軽石は黄白色、天仁噴火は褐色軽石に富む特徴がある。色調の違いは石基ガラス組成、石基結晶化組織、発泡組織の違いに起因すると考えられるため、今後は、これらの特徴の違いを基にして、浅間山天仁噴火と天明噴火軽石の判別の精度を高める予定である。

キーワード：降下火山灰、降下軽石最大粒径、浅間山天明噴火
Keywords: volcanic ash-fall, maximum pumice size, Tenmei eruption of Asama volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

衛星および地上リモートセンシングによる阿蘇火山2016年10月8日噴火前の噴煙活動評価

Degassing activity of Aso volcano, Japan, before the 8 October 2016 eruption measured by satellite and ground-based remote sensing techniques

*森田 雅明[1]
*Masaaki Morita[1]

1. 産業技術総合研究所
1. Geological Survey of Japan, AIST

火山ガスの放出率は，二酸化硫黄（SO_2）放出率として地上での分光学的遠隔観測により測定されてきた。近年，技術的な進展により，衛星搭載センサーを用いて非噴火時のSO_2放出量を測定することが可能となってきた。本研究では，これらの測定手法を火山噴煙のカメラ画像と組み合わせることで，阿蘇火山2016年10月8日噴火前の噴煙活動を評価することを試みた。2016年4月～10月の期間で，Ozone Mapping and Profiler Suite（OMPS）により測定された大気中SO_2量を，気象庁により地上で測定されたSO_2放出率およびカメラ画像から推定した噴煙高度と比較した。その結果，これら3成分は観測期間全体で類似した変動を示した。2016年8月には大気中SO_2量および噴煙高度は，それぞれ1000トンおよび火口縁上900メートル程度に増大した。両者の値は，その後徐々に低下したが，10月に入って急激な上昇を示し，最高値に達した（それぞれ1200トン以上および火口縁上1010メートル）。これらの類似した変動は，脱ガスの状況が観測期間中には安定していたにもかかわらず，火道浅部における火山ガスの蓄積が，このマグマ水蒸気噴火のトリガーとなったことを示唆する。本研究の結果は，低い高度にある火山噴煙に対しても，衛星による火山ガス放出率のモニタリングが有用であることを意味する。

キーワード：火山ガス、阿蘇、リモートセンシング、二酸化硫黄放出率、OMPS
Keywords: Volcanic gas, Aso volcano, Remote sensing, Sulfur dioxide flux, OMPS

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Characteristics of polarimetric radar parameters of dry volcanic ash clouds

*Yura Kim[1], Masayuki Maki[1], Masato Iguchi[2], Dong-In Lee[3]

1. Research and Education Center for Natural Hazards, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima, Japan, 2. Sakurajima Volcano Research Center/DPRI, Kyoto University, Sakurajima, Kagoshima, Japan, 3. Department of Atmospheric Sciences, Pukyong National University, Namgu, Busan, Republic of Korea

We analyzed statistically the polarimetric radar data of 9 Sakurajima volcanic eruption clouds in 2013. All eruption clouds have a height exceeding 3000m. According to the results, Z_H has positively skewed distributions (Skewness of 1.6; mean Z_H of 9.77 dBZ and median of 7.4 dBZ), Z_{DR} has normal distributions (Skewness of 0.02; mean Z_{DR} of 1.58 dB and median of 1.6 dB), K_{DP} has positively skewed distributions (Skewness of 7.12; mean K_{DP} of 0.03 deg/km and median of 0.0 deg/km), and ρ_{hv} has negatively skewed distributions (Skewness of -1.02; mean ρ_{hv} of 0.77 and median of 0.8). Depending on time after the eruption, the average Z_H decreased from 22.3 dBZ to 6.75 dBZ while the average Z_{DR} and ρ_{hv} tended to increase from 1.24 dB to 1.67 dB, and from 0.47 to 0.83, respectively.

Keywords: polarimetric radar parameters, volcanic ash, statistical analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

気象レーダーを用いた汎用的噴煙解析手法の開発
Development of easy tools for volcanic eruption plume/cloud analysis using weather radars

*佐藤 英一[1]、千馬 竜太郎[2]
*Eiichi Sato[1], Ryutaro Senba[2]

1. 気象研究所、2. 福岡管区気象台
1. Meteorological Research Institute, 2. Fukuoka Regional Headquarter, Japan Meteorological Agency

気象研究所と鹿児島地方気象台は、気象レーダーを用いた噴煙の汎用的解析手法に関する研究に取り組んでいる。火山学の中では噴煙のレーダー解析は少数のため、特にレーダー気象学の初学者向けに汎用的解析ツールの開発を行っている。気象庁における火山の噴煙観測は、主に遠望カメラの画像に映る噴煙を解析することで行われているため、気象条件によっては噴煙の観測は不可能になるという状態にある。レーダーデータによる噴煙の解析が容易になれば、雲などにより火口付近の視界が悪い場合でも即時的な噴煙の観測を行うことが可能になり、噴火に関する情報をより正確に得られることが期待される。本発表では、ツール開発の概要と事例解析結果について述べる。

ツールの開発については、気象研究所で開発されたレーダー解析ソフト“Draft”を用いる。Draftはレーダーデータのフォーマット変換やレーダーの解析、描画までを行うコマンド群からなっている。これらのコマンド群を適切に利用すればレーダーデータから噴煙エコーを解析することは可能であるが、レーダー気象学、またDraftそのものにあまり触れたことがない場合には解析は容易ではない。そのため、これらのコマンドや他のプログラム等を組み合わせ、レーダーデータの入手から解析結果の描画までをほぼ自動的に行うことで容易に噴煙の状態を把握できるようなツールの開発を目標としている。

事例解析としては、2017年11月13日に桜島の南岳山頂火口で起きた噴火を対象に行った解析例を紹介する。この噴火に伴う噴煙は、山頂付近を覆う雲のため目視及び遠望カメラでは観測ができなかった。しかし、桜島にある有村観測坑道伸縮計(大隅河川国道事務所)の火口方向と直交する方向の成分で観測された山体の収縮を示す変化量を見ると、2018年6月16日に南岳山頂火口で発生した噴煙が海面高度約5700mまで上がった噴火に伴う変化量と同程度であり、熱的な条件が整えば同程度の高度まで噴煙が上がったとしても不思議ではない。この事例を気象庁の現業レーダーである種子島レーダー及び福岡レーダー（Cバンド単偏波ドップラー気象レーダー）のデータを用いて解析した結果、反射強度の分布から噴煙は海面高度4.5～6km程度まで上昇し、10分程度その高度を維持していたことが確認できた。2017年の桜島において噴煙高度が海面上5km程度まで上がった噴火は、昭和火口で起きた5月2日の噴火のみであり、同年では最大規模の噴火であった可能性がある。また、種子島レーダーでは反射強度に二つの空間的なピークが見られる時間帯があった。一方は水滴の付着や凝集によって、反射強度が高まった可能性がある。この事例については、国土交通省のXRAIN等他のレーダーデータを用いた解析も行う予定である。

結果として、雲により噴煙が見えない状況下での、気象レーダーによる噴煙解析ツールの有効性が示された。このツールによって、全天候下での即時的な噴煙解析が可能となることが期待される。しかし課題となる点もある。今回用いた気象庁レーダーの時間分解能が5分程度であり、噴煙量が少なく継続時間が数分程度の規模の噴火では確からしい噴煙高度を求めることができない可能性がある。以後は引き続きツールの開発を実施すると共に、事例解析を進めつつ解析手法の高度化を目指したい。

キーワード：火山噴煙、気象レーダー、桜島火山
Keywords: volcanic eruption plume/cloud, weather radar, Sakurajima volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 9:00 ~ 10:30 | 304 3F

[M-IS19] 古気候・古海洋変動

コンビーナ:岡崎 裕典(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、岡 顕(東京大学大気海洋研究所)、加 三千宣(愛媛大学沿岸環境科学研究センター)、長谷川 精(高知大学理工学部)、座長:長谷川 精

本セッションは、陸と海の両方から復元される古環境情報とモデル研究の統合を目指し、数年からテクトニクスが関わる時間スケールまでの古環境変動やイベントに関わる研究を取り扱う。陸域・海域、時代、手法を問わず幅広い内容の発表を歓迎し、中・長期の気候・環境変動に関連する幅広い研究分野との一層の連携促進を目指している。 通常の講演に加えて、現在・未来の気候と地球環境変動をPaleo視点から俯瞰する特別企画を設け、今後の古気候・古海洋研究の方向性を考えていきたい。研究分野の垣根を超え、連合大会ならではの活発な交流の場となることを期待する。

9:00 ~ 9:15

[MIS19-17] 広島県産石筍の安定酸素・凝集同位体に記録された18.1−4.5 kaの気温・降水変動史

*加藤 大和[1]、雨川 翔太[1]、狩野 彰宏[1] (1.東京大学大学院理学系研究科)

9:15 ~ 9:30

[MIS19-18] 日本の太平洋側から採取された石筍の安定同位体比と凝集同位体に記録された過去8万年の陸域古気候

*雨川 翔太[1]、加藤 大和[1]、狩野 彰宏[1]、柏木 健司[2]、森 大器[3]、仙田 量子[3]、沈 川州[4] (1.東京大学大学院理学系研究科、2.富山大学大学院理工学研究部（理学）、3.九州大学地球社会統合科学府、4.国立台湾大学地球科学研究所)

9:30 ~ 9:45

[MIS19-19] 二枚貝イタヤガイ殻のLi/Ｃａ比と日輪解析から推定される植物プランクトンの季節変動

*近藤 康生[1]、本藤 脩太郎、長谷川 精[1]、西尾 嘉朗[1]、廣田 隆吉 (1.国立大学法人　高知大学)

9:45 ~ 10:00

[MIS19-20] Geological reconstruction of Antarctic Ice Sheet deglaciation on Soya Coast, East Antarctica since the Last Glacial Maximum

*川又 基人[1]、菅沼 悠介[2,1]、土井 浩一郎[2,1]、澤柿 教伸[3]、服部 晃久[1] (1.総合研究大学院大学　複合科学研究科極域科学専攻、2.国立極地研究所、3.法政大学)

10:00 ~ 10:15

[MIS19-21] 南西太平洋ラウ海盆の遠洋性堆積物から復元された第四紀海水のOs同位体比とその全球的気候変動に対する示唆

*桑原 佑典[1]、安川 和孝[1,2]、藤永 公一郎[2,3]、野崎 達生[4,3,5,2]、大田 隼一郎[2,6,3]、佐藤 峰南[2,4]、木村 純一[6]、中村 謙太郎[1]、加藤 泰浩[3,1,2] (1.東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻、2.千葉工業大学 次世代海洋資源研究センター、3.東京大学大学院工学系研究科エネルギー・資源フロンティアセンター、4.国立研究開発法人海洋研究開発機構 海底資源研究開発センター、5.神戸大学大学院理学研究科惑星学専攻、6.国立研究開発法人海洋研究開発機構 地球内部物質循環研究分野)

10:15 ~ 10:30

[MIS19-22] 最終氷期最盛期とそれに続く急激な氷床成長および崩壊と海水準変動

*横山 祐典[1]、エサット テザー[9]、トンプソン ウィリアム[10]、トーマス アレクサンダー[11]、ウェブスター ジョディ[2]、宮入 陽介[1]、沢田 近子[1]、阿瀬 貴博[1]、松崎 浩之[1]、奥野 淳一[3]、ファロン スチュワート[9]、ブラガ フアンカルロス[12]、マーク ハンブレ[4]、井龍 康文[5]、ポッツ ドナルド[13]、藤田 和彦[6]、鈴木 淳[7]、菅 浩伸[8] (1.東京大学　大気海洋研究所 高解像度環境解析研究センター、2.シドニー大学　、3.国立極地研究所、4.名古屋大学、5.東北大学、6.琉球大学、7.産業技術総合研究所、8.九州大学、9.オーストラリア国立大学　地球科学研究所、10.ウッズホール海洋研究所、11.エジンバラ大学、12.グラナダ大学、13.カリフォルニア大学　サンタクルーズ校)

広島県産石筍の安定酸素・凝集同位体に記録された18.1–4.5 kaの気温・降水変動史

Paleotemperature and precipitation history (18.1–4.5 ka) in stalagmite bulk and clumped isotopes from Hiroshima, Japan

*加藤 大和[1]、雨川 翔太[1]、狩野 彰宏[1]
*Hirokazu Kato[1], Shota Amekawa[1], Akihiro Kano[1]

1. 東京大学大学院理学系研究科
1. Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo

鍾乳洞内部で発達する石筍の安定酸素同位体組成（$\delta^{18}O$）は、地域の降水に由来する滴下水の同位体組成と、結晶析出時の温度にコントロールされている。しかし、酸素同位体記録単体から、両者の影響を定量的に分離することは容易ではない。

“炭酸凝集同位体温度計”は、炭酸塩鉱物の酸解離により生じる二酸化炭素凝集同位体（$^{13}C^{18}O^{16}O$）の存在度異常(Δ_{47})を測定し、鉱物沈殿温度のインデックスとして利用する。この手法を石筍に適用することで、滴下水の同位体情報に依存しない古温度復元が可能である。

本研究では、九州大学に配備された質量分析計MAT253と前処理装置を用い、広島県産の石筍Hiro-1の50層準について凝集同位体の測定を行った。石筍Hiro-1は18.1–4.5 kaの形成年代を持ち、10.8–7.7 kaと12.8–11.4 kaの期間には成長の中断が見られる。

Hiro-1のΔ_{47}値は0.683–0.741‰で推移し、石筍と似た形成様式をもつトゥファによる温度較正式（Kato *et al.*, 2019）を用いると、3.2–23.4 ºCの温度が導かれる。各時期の値を見ると、18.0–16.0 kaでは5.2–12.5 ºC（平均7.4 ºC）、15.9–14.5 kaでは10.4–12.8 ºC（平均11.9 ºC）、14.2–12.6 kaでは3.2–9.4 ºC（平均6.1 ºC）、11.0–10.7 kaでは6.8–12.4ºC（平均9.2 ºC）、7.7–4.9 kaでは7.6–23.4 ºC（平均15.7 ºC）、4.9–4.5 kaでは3.9–9.7 ºC（平均8.2 ºC）という結果が得られた。

Δ_{47}値による温度復元結果は、最終氷期最寒冷期（LGM）やYounger-Dryas期の気温低下や、完新世へ向けた気温上昇、Hypsithermal期の温度ピークといった既知の気候変動と概ね一致しており、LGM（18.0–16.0 ka）と完新世中期（7.7–4.9 ka）の気温変化幅は8.3 ºCと導かれた。5.9–14.5 kaと10.7 kaでは、前後の時期に比べて高い$\delta^{18}O$値と低いΔ_{47}値（高い温度）が得られているが、これらの時期は、Hori *et al.*（2013）が高いPCP（prior calcite precipitation）を復元した時期と一致することから、乾燥による強い非平衡効果があったと推定され、復元された温度情報は信頼できないものと考えられる。

Hiro-1の$\delta^{18}O_{Hiro\text{-}1}$値に対して、復元温度を用いた補正を行うことにより、過去の天水（もしくは滴下水）の$\delta^{18}O_{MW}$値を導くことができる。復元された$\delta^{18}O_{MW}$値は、氷期から完新世に向けて1–2‰上昇しており、この変動は、夏季アジアモンスーン（EASM）の強まりによる夏季降水の増大と、瀬戸内海への海進による内陸度の低下を反映したものと推定される。

引用文献

Kato H., Amekawa S., Kano A., Mori T., Kuwahara Y., Quade J. (2019) Seasonal temperature changes obtained from carbonate clumped isotopes of annually laminated tufas from Japan: Discrepancy between natural and synthetic calcites. *GCA* **244**, 548–564.

Hori M., Ishikawa T., Nagaishi K., Lin K., Wang B.-S., You C.-F., Shen C.-C., Kano A. (2013) Prior calcite precipitation and source mixing process influence Sr/Ca, Ba/Ca and $^{87}Sr/^{86}Sr$ of a stalagmite developed in southwestern Japan during 18.0 4.5 ka. *Chem. Geol.* **347**, 190–198.

キーワード：石筍、炭酸凝集同位体、気温復元、最終氷期、完新世、古気候

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: stalagmite, carbonate clumped isotope, temperature reconstruction, last glacial period, Holocene, paleoclimate

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本の太平洋側から採取された石筍の安定同位体比と凝集同位体に記録された過去8万年の陸域古気候

Terrestrial paleoclimate since 80 ka recorded in stable and clumped isotopes of two stalagmites obtained from the Pacific side of the Japanese islands

*雨川 翔太[1]、加藤 大和[1]、狩野 彰宏[1]、柏木 健司[2]、森 大器[3]、仙田 量子[3]、沈 川州[4]
*Shota Amekawa[1], Hirokazu Kato[1], Akihiro Kano[1], Kenji Kashiwagi[2], Taiki Mori[3], Ryoko Senda[3], Chuan-Chou Shen[4]

1. 東京大学大学院理学系研究科、2. 富山大学大学院理工学研究部（理学）、3. 九州大学地球社会統合科学府、4. 国立台湾大学地球科学研究所
1. Graduate School of Science, The University of Tokyo, 2. Graduate School of Science and Engineering for Research, University of Toyama, 3. Graduate School of Integrated Sciences for Global Society, Kyushu University, 4. Department of Geosciences, National Taiwan University

第四紀後期の陸域古気候復元手法として石筍試料は広く用いられてきた。石筍の酸素同位体比（$\delta^{18}O$）は、量的効果や水蒸気ソースによって変動する降水$\delta^{18}O$だけではなく気温変化の影響を受けることが指摘されている。気温変化を評価する手法の一つは凝集同位体分析である。凝集同位体とは希少な同位体同士が結合した分子を指し、石筍研究では炭酸カルシウムのリン酸反応で生じる二酸化炭素のうち質量数47の$^{13}C^{18}O^{16}O$が測定対象となる。その存在度は理論値よりも実測値が高いことが知られており、この理論値と実測値の差分は熱力学的な安定性に起因しているため、炭酸塩の凝集同位体異常（Δ_{47}）のみで当時の気温を復元できる可能性が示されてきた。本研究では安定同位体分析とΔ_{47}分析を、インド洋や日本海からもたらされる水蒸気の影響が無いとされる日本の太平洋側の石筍に適用した。

試料は三重県大紀町から採取された2本の石筍 (KA01, KA03)である。国立台湾大学で実施した合計32点のウラン–トリウム年代測定の結果は、KA01が約1000年前から14000年前に、KA03が約20000年前から80000年前 (Mori et al., 2018) に成長したことを示している。２本の石筍の$\delta^{18}O$変動は中国南部のHulu洞窟などで得られた石筍記録と類似するが、その変動幅は約半分と小さいことが特徴である。

これらの$\delta^{18}O$変動は、Δ_{47}の測定結果から中国南部の石筍とは違う解釈を必要とする。KA01のトップにおけるΔ_{47}は現在の洞窟内部の気温と整合的であり、Δ_{47}が気温記録であることを裏付ける。KA01全体のΔ_{47}変動は$\delta^{18}O$変動と一致する部分が多く、現在の降水$\delta^{18}O$を考慮すると、14000年前以降の$\delta^{18}O$変動は降水$\delta^{18}O$というよりも気温変化に大きく支配されていることが示唆された。一方、KA03のΔ_{47}は寒冷期とされるハインリッヒイベント(HE)に対応する部分で低く、高い温度を復元してしまい、単純に温度記録として解釈できない。HEの炭素同位体比（$\delta^{13}C$）はその前後と比較して0.5–1‰高い値を示しており、母岩に供給される天水が減少し、導管内で脱ガス・沈殿が生じたことを示唆している。これはHEに大きく降水量が低下したことと一致しており、石筍表面が乾燥した結果見かけ上矛盾した値を導いたと考えられる。本研究の結果は石筍古気候復元において$\delta^{18}O$変動の解釈に、凝集同位体が極めて有用であることを示している。

キーワード：凝集同位体、石筍古気候学
Keywords: clumped isotope, speleothem paleoclimatelogy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

二枚貝イタヤガイ殻のLi/Ｃａ比と日輪解析から推定される植物プランクトンの季節変動

Seasonal changes in Li/Ca ratio and inferred phytoplankton abundance as analyzed by daily growth increments of *Pecten albicans* (Bivalvia)

*近藤 康生[1]、本藤 脩太郎、長谷川 精[1]、西尾 嘉朗[1]、廣田 隆吉
*Kondo Yasuo[1], Hondo Shutaro, Hasegawa Hitoshi[1], Nshio Yoshiro[1], Hirota Takayoshi

1. 国立大学法人　高知大学
1. National University Corporation Kochi University

化石イタヤガイ科二枚貝を古環境復元のためのモデル古生物として確立するため，土佐湾産現生イタヤガイ*Pecten albicans*の殻の微細成長特性と環境要因との関連を検討した．今回は，LA-ICP-MSによる現生イタヤガイ殻の元素プロファイル，特にLi/Ca比と殻成長との関連に注目し，それらと土佐湾での実測水温等のデータ（広田・市川，2012）との照合を行った．分析した標本は，2011年4月29日に土佐湾で採取されたイタヤガイ（KSG-th001）の左殻で，前年の2010年に成長した部分を中心として，日輪と考えられる微細共縁状ラメラの幅を計測し，Li等の微量元素プロファイルを得た．元素プロファイルは，日輪解析に基づき，時系列変動に転換し，さらに酸素同位体分析に基づき，季節変動を考察した．

その結果，分析個体のイタヤガイは2010年の春から夏にかけて水温の上昇期によく成長したが，9月から10月にかけての高水温期には殻成長は鈍化し，秋の高水温期から冬の低水温期にかけては成長が停滞したことが分かった．この成長停滞期は褐色を呈する左殻表面の年輪（白色バンド）と一致する．ただし，春の高成長期（50日間弱）と夏の高成長期（約20日間）の間にも明瞭な殻成長の停滞期が認められたが，これは同位体水温の低下期にあたる．この時期に推定される水温低下は，土佐湾亜表層における観測データと符合する．

このような殻の微細成長変動パタンはLi/Ca比の変動パタンと明らかな関連を示しており，クロロフィルaの変動とも調和することが分かった．Liは餌となる珪藻の細胞壁に多く含まれていることから，ヨーロッパに分布する*Pecten maximus*のLi/Ca比はプランクトンブルームの時期および規模の指標となる可能性が指摘されている（Thébault & Chauvaud，2013）．本研究の結果，日本周辺に分布するイタヤガイにおいても殻成長とLi/Ca比は強く関連しており，殻のLi/Ca比がプランクトンブルームの指標として有用であることが確かめられた．

本研究は高知大学海洋コア総合研究センター共同利用・共同研究(採択番号18B060)のもとで実施された．

キーワード：Li/Ca、イタヤガイ、日輪、季節変動、プランクトンブルーム
Keywords: Li/Ca, Pecten albicans, daily growth increment, seasonal change, plankton bloom

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geological reconstruction of Antarctic Ice Sheet deglaciation on Soya Coast, East Antarctica since the Last Glacial Maximum

*川又 基人[1]、菅沼 悠介[2,1]、土井 浩一郎[2,1]、澤柿 教伸[3]、服部 晃久[1]
*Moto Kawamata[1], Yusuke Suganuma[2,1], Koichiro Doi[2,1], Takanobu Sawagaki[3], Akihisa Hattori[1]

1. 総合研究大学院大学　複合科学研究科　極域科学専攻、2. 国立極地研究所、3. 法政大学
1. Department of Polar Science, School of Multidisciplinary Science, SOKENDAI (The Graduate Unversity for Advanced Studies), 2. National Institute of Polar Research, 3. Hosei University

A robust understanding of the history of ice retreat in East Antarctica since the Last Glacial Maximum (LGM) is important in order to validate ice sheet and glacial-isostatic adjustment models and to anticipate their contribution to global sea-level rise. Geomorphological studies and surface exposure dating (SED) will provide direct evidence of the timing and the history of ice retreat on coastal oases and nunatak regions in East Antarctica. Recent studies have reported retreat ages based on surface exposure dating (SED) in Skarvsnes, southern part of Soya Coast, East Antarctica. However, the history of ice retreat remains unclear, because a limited number of surface exposure ages were reported by a previous study, and the results were not interpreted based on field-based geomorphological survey In this study, we reconstruct the last history of ice retreat of the Skarvsnes based on the field-based geomorphological survey and newly obtained SED samples. As results of the field survey, we distinguish three Phase of the ice sheet retreat at the Skarvsnes. The basement rocks at the highest peak (ca. 400 masl) to ca. 250 masl area of the Skarvsnes was weathered extensively, whereas weathering of the basement rocks below ca. 250 masl was relatively weak. The extensively weathered basement rock feature is quite similar to that of the northern part of Soya Coast, where ^{14}C dating of fossil shells in the raised beaches suggests that the area had remained ice-free throughout the LGM. Therefore, the differences in weathering feature are thought to indicate the upper limit of ice sheet height at LGM at the Skarvsnes (Phase 1). In the other area of Skarvsnes, glacial striations including cross-cutting set were clearly observed. That is, the ice sheet flow direction was changed with ice sheet thickness thinning under the influence of the basement topography after the LGM (Phase 2). Eventually, the ice sheet was flowing down divided in North and South obstructed by the 362 masl mountain (Shirasuso-Yama) near the current ice sheet margin (Phase 3). Several surface exposure ages were obtained from rocks sampled at sites of different altitudes and distances from the current ice margin. These ages are consistent with the above geomorphological interpretation and it suggests that near current ice sheet margin has been exposed from ice about 9 ka. These data are almost consistent with retreat ages at Mac. Robertson Land in East Antarctica.

キーワード：氷河地形、表面露出年代
Keywords: Glacial geomorphology, surface exposure dating

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南西太平洋ラウ海盆の遠洋性堆積物から復元された第四紀海水のOs同位体比とその全球的気候変動に対する示唆

Os isotope record of the Quaternary seawater derived from pelagic sediment in the Lau Basin, western South Pacific Ocean, and its implications for global climate changes

*桑原 佑典[1]、安川 和孝[1,2]、藤永 公一郎[2,3]、野崎 達生[4,3,5,2]、大田 隼一郎[2,6,3]、佐藤 峰南[2,4]、木村 純一[6]、中村 謙太郎[1]、加藤 泰浩[3,1,2]

*Yusuke Kuwahara[1], Kazutaka Yasukawa[1,2], Koichiro Fujinaga[2,3], Tatsuo Nozaki[4,3,5,2], Junichiro Ohta[2,6,3], Honami Sato[2,4], Jun-Ichi Kimura[6], Kentaro Nakamura[1], Yasuhiro Kato[3,1,2]

1. 東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻、2. 千葉工業大学 次世代海洋資源研究センター、3. 東京大学大学院工学系研究科エネルギー・資源フロンティアセンター、4. 国立研究開発法人海洋研究開発機構 海底資源研究開発センター、5. 神戸大学大学院理学研究科惑星学専攻、6. 国立研究開発法人海洋研究開発機構 地球内部物質循環研究分野

1. Department of Systems Innovation, School of Engineering, The University of Tokyo, 2. Ocean Resources Research Center for Next Generation, Chiba Institute of Technology, 3. Frontier Research Center for Energy and Resources, School of Engineering, The University of Tokyo, 4. Research and Development Center for Submarine Resources, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology , 5. Department of Planetology, Graduate School of Science, Kobe University, 6. Department of Solid Earth Geochemistry, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

陸域における珪酸塩鉱物の化学的風化は大気CO_2の消費を通し，全球気候を数百万年オーダーの長期的スケールで制御してきたといわれている．この過程は気候変動に対する負のフィードバック機構として働き，地球環境が暴走温室，あるいは全球凍結状態に陥るのを回避してきた．しかしながら，このメカニズムがより短い時間スケール (数万年～数十万年オーダー) の全球気候変動，特に第四紀の氷期–間氷期サイクルにおいても機能したのかどうかについては，未だ統一的な見解は得られていない．

固体地球が全球気候変動に応答する時間スケールを制約するため，発表者らは大陸地殻の風化のプロキシとして海水のオスミウム (Os) 同位体比 ($^{187}Os/^{188}Os$) を利用した．海水のOs同位体比は,大陸から流入する放射壊変起源Osに富む ($^{187}Os/^{188}Os$ = 1.0–1.4) フラックスと，マントルや宇宙塵に由来する非放射壊変起源Osに富む ($^{187}Os/^{188}Os$ = ~0.12) フラックスの相対強度により決定される．両者の同位体比は大きく異なり，さらに海洋でのOsの滞留時間が数万年オーダーと短いため，海水のOs同位体比は海洋への各流入フラックスの変動を鋭敏に捉えることができる．第四紀を通じて非放射壊変起源のOsフラックスを一定と仮定すると，第四紀海水のOs同位体比の復元を通じて氷期–間氷期サイクルにおける珪酸塩鉱物の風化強度変動を捉えることができると期待される．

発表者らは，南西太平洋ラウ海盆の遠洋性堆積物 (鉄酸化水酸化物に富む炭酸塩軟泥) に記録された，氷期–間氷期サイクルにおける海水のOs同位体比を復元した．海底熱水活動により放出される鉄酸化水酸化物は，海水中のOsを効率的に吸着する．また，炭酸塩軟泥は堆積速度が速く，陸源砕屑物の混入が少ない．したがって，本研究で対象とした堆積物は，海水のOs同位体比の記録媒体として最適であると考えられる．分析の結果，氷期–間氷期サイクルに伴った海水の$^{187}Os/^{188}Os$の明瞭な変動が見出された．さらに，これに基づき海洋1-box同位体マスバランスモデルを用いて大陸起源のOsフラックス変動を見積もった．本発表では，これらの結果から示唆された第四紀気候変動に対する風化フィードバックの寄与について報告する．

キーワード：氷期–間氷期サイクル、地球温暖化、オスミウム同位体比、炭素循環、熱水性堆積物

Keywords: Glacial–interglacial cycle, Global warming, Osmium isotopic ratio, Carbon cycle, Hydrothermal sediment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

最終氷期最盛期とそれに続く急激な氷床成長および崩壊と海水準変動
Rapid glaciation and sea level changes during the Last Glacial Maximum and the deglaciation

*横山 祐典[1]、エサット テザー[9]、トンプソン ウィリアム[10]、トーマス アレクサンダー[11]、ウェブスター ジョディ[2]、宮入 陽介[1]、沢田 近子[1]、阿瀬 貴博[1]、松崎 浩之[1]、奥野 淳一[3]、ファロン スチュワート[9]、ブラガ フアンカルロス[12]、マーク ハンブレ[4]、井龍 康文[5]、ポッツ ドナルド[13]、藤田 和彦[6]、鈴木 淳[7]、菅 浩伸[8]
*Yusuke Yokoyama[1], Tezer M Esat[9], William G Thompson[10], Alexandar L Thomas[11], Jody W Webster[2], Yosuke Miyairi[1], Chikako Sawada[1], Takahiro AZE[1], Hiroyuki Matsuzaki[1], Jun'ichi Okuno[3], Stewart Fallon[9], Juan-Carlos Braga[12], Marc Humblet[4], Yasufumi Iryu[5], Donald C Potts[13], Kazuhiko Fujita[6], Atsushi Suzuki[7], Hironobu Kan[8]

1. 東京大学　大気海洋研究所 高解像度環境解析研究センター、2. シドニー大学　、3. 国立極地研究所、4. 名古屋大学、5. 東北大学、6. 琉球大学、7. 産業技術総合研究所、8. 九州大学、9. オーストラリア国立大学　地球科学研究所、10. ウッズホール海洋研究所、11. エジンバラ大学、12. グラナダ大学、13. カリフォルニア大学　サンタクルーズ校
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, 2. University of Sydney, Australia, 3. National Institute of Polar Research, 4. Nagoya University, 5. Tohoku University, 6. University of the Ryukyus, 7. The Geological Survey of Japan, AIST, 8. Kyushu University, 9. Research School of Earth Sciences, The Australian National University, Australia, 10. Woods Hole Oceanographic Institute, USA, 11. University of Edinburgh, UK, 12. Universidad de Granada, Spain, 13. University of California Santa Cruise, USA

Studying changes in rates and magnitudes of glaciations/deglaciations during the past is a key to understand global climate system. The Last Glacial Maximum (LGM), centered around 20,000 years ago, as well as period after the LGM, therefore, represents key period to investigate. Sea level observations from sites far from the former ice sheets (far-field) are well suited due to the relatively small influence of surface deformation caused by glacio-hydro-isostatic adjustments (GIA). Australian coastlines are located in such regions and were targeted in this study of sea level changes over the past 30,000 years. The sites are situated off the North Eastern and North Western coasts of Australia respectively the Great Barrier Reef (GBR) and Bonaparte Gulf. Over thirty fossil reef cores were obtained from GBR shelf edge and two transects in northern and southern sites and >1,000 radiometric dating were conducted, in combination with detailed sedimentogic and biologic studies (Yokoyama et al., 2018). GIA modeling was also conducted to deduce global mean sea level (GMSL) from relative sea level records obtained from these regions. The results show that the LGM started when GMSL abruptly dropped by about 40 metres at around 31,000 years ago. The sea level at the shelf edge of the Great Barrier Reef then dropped by around 20 metres between 22,000 and 21,500 years ago, to -118 metres below the present and similar changes are observed in Bonaparte Gulf samples. Sea level began to rise just after the full extent of the LGM, consistent with previous studies. The LGM GMSL obtained from our study is about -125 to -130 metres. Sea level records from the North Australian coasts suggest that glaciers may have behaved more dynamically during the LGM than previously thought. The GBR had been existed despite from severe environmental changes during the last 30,000 years (Webster et al., 2018).

References:
Yokoyama et al. (2018) Nature, v559, p603-607
Webster, Yokoyama et al (2018) Nature Geoscience, v11, p426-432

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：海水準、氷床、最終氷期最盛期
Keywords: Sea level, ice sheet, the last glacial maximum

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | 304 3F

[M-IS19] 古気候・古海洋変動

コンビーナ:岡崎 裕典(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、岡 顕(東京大学大気海洋研究所)、加 三千宣(愛媛大学沿岸環境科学研究センター)、長谷川 精(高知大学理工学部)、座長:岡崎 裕典

本セッションは、陸と海の両方から復元される古環境情報とモデル研究の統合を目指し、数年からテクトニクスが関わる時間スケールまでの古環境変動やイベントに関わる研究を取り扱う。陸域・海域、時代、手法を問わず幅広い内容の発表を歓迎し、中・長期の気候・環境変動に関連する幅広い研究分野との一層の連携促進を目指している。 通常の講演に加えて、現在・未来の気候と地球環境変動をPaleo視点から俯瞰する特別企画を設け、今後の古気候・古海洋研究の方向性を考えていきたい。研究分野の垣根を超え、連合大会ならではの活発な交流の場となることを期待する。

10:45 ~ 11:00

[MIS19-23] 海洋堆積物から検出された長鎖アルケンジオンとその不飽和比：アルケノン生合成経路とその進化の解明にむけて

*風呂田 郷史[1]、中村 英人[2]、沢田 健[3] (1.海洋研究開発機構生物地球化学研究分野、2.大阪市立大学大学院理学研究科、3.北海道大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

11:00 ~ 11:15

[MIS19-24] **Geomorphic and pedogenic forcing on the distribution of organic matter from vegetation to soil- a concern for paleoenvironment studies**

*Biswajit Roy[1]、Kanva Goyal[1]、Prasanta Sanyal[1] (1.Indian Institute of Science Education Research Kolkata)

11:15 ~ 11:30

[MIS19-25] Sea surface salinity of the Kuroshio Current along the Nansei Islands in the mid-Holocene inferred from fossil corals

*岨 康輝[1]、本郷 宙軌[2]、田中 健太郎[3]、藤井 琢磨[4]、坂井 三郎[1]、山口 耕生[6,5] (1.国立研究開発法人 海洋研究開発機構、2.琉球大学、3.東京大学、4.鹿児島大学、5.東邦大学、6.NASA Astrobiology Institute)

11:30 ~ 11:45

[MIS19-26] 完新世初期における日本海への対馬暖流の周期的流入に関する海洋力学モデル

*磯辺 篤彦[1] (1.九州大学応用力学研究所)

11:45 ~ 12:00

[MIS19-27] 完新世におけるアリューシャン低気圧-偏西風ジェットの百年・千年規模変動

*長島 佳菜[1]、原田 尚美[1] (1.海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター)

12:00 ~ 12:15

[MIS19-28] **Monsoon-related errors in paleotemperature estimation based on leaf margin analysis in central Japan**

*Wang Yuqing[1]、Momohara Arata[1]、Huang Yongjiang[2] (1.Graduate School of Horticulture, Chiba University、2.Key Laboratory for Plant Diversity and Biogeography of East Asia, Kunming Institute of Botany, CAS)

海洋堆積物から検出された長鎖アルケンジオンとその不飽和比：アルケノン生合成経路とその進化の解明にむけて

Long-chain alkenediones found from marine sediments and their unsaturation ratios: key compounds to study the evolution of alkenone biosynthetic pathway?

*風呂田 郷史[1]、中村 英人[2]、沢田 健[3]
*Satoshi Furota[1], Hideto Nakamura[2], Ken Sawada[3]

1. 海洋研究開発機構生物地球化学研究分野、2. 大阪市立大学大学院理学研究科、3. 北海道大学大学院理学研究院地球惑星科学部門
1. Department of Biogeochemistry, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), 2. Faculty of Science, Osaka City University, 3. Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Hokkaido University

長鎖アルケノン（C_{37-}–C_{39} アルケノン）はハプト藻によって生成される特徴的な化合物であり、堆積物中のアルケノン不飽和比は海洋表層水温（SST）の古水温計として利用されてきた。アルケノンを利用した古海洋学研究は、現在の海洋において主要なアルケノン生産者である*Emiliania huxleyi*や*Gephyrocapsa oceanica*などの生理的特徴に基づいて実施されている。しかしながら、これらの種の出現時期はそれぞれ約0.29 Maと約1.85 Maと比較的若く、より古い年代を対象にアルケノン古水温計を適用するには生合成自体の進化や変化を考慮する必要性が本来はある。近年の研究によって、後期中新世から前期鮮新世の海洋堆積物中から長鎖（C_{38}）アルケンジオンが検出された（Furota et al., 2016）。この化合物は、（１）長鎖アルケノンとほとんど同じ分子構造を持っており、（２）現在のアルケン生産種や海洋表層堆積物からの検出例がなく、（３）アルケノンに対する相対量は古い年代ほど多い。このことから、検出されたC_{38}アルケンジオンは過去のアルケノン生産種のみが生合成することができた有機分子であると現段階では解釈されている。そのため、長鎖アルケノンとアルケンジオンの詳細な組成変化の解明には、アルケノン生合成経路の進化を考える上で重要な知見を提供できる高いポテンシャルがあると期待できる。

長鎖アルケノンと長鎖アルケンジオンの十万年スケールの組成変化を調査するため、本研究ではIODP第339次航海によって北東大西洋から回収された後期中新世～更新世の半遠洋性堆積物を対象にアルケノン分析を実施した。化合物の同定には、中極性カラム（VF-200 ms）を装着したガスクロマトグラフィー–質量分析計（GC–MS）を使用し、定量分析にはGC–水素炎イオン化検出機（FID）を使用した。中極性カラムを用いたGC分析は、長鎖アルケノンのピーク形状をよりシャープにし、より良い分離度を達成する方法して近年利用され始めた分析法である（Longo et al., 2013; Furota et al., 2016）。

分析の結果、すべての堆積物試料から長鎖アルケノンとC_{38}アルケンジオンが検出された。興味深いことに、長鎖アルケノンがC_{37}–C_{39}の炭素数を示すのに対し、アルケンジオンはC_{38}の炭素数しか示さなかった。GC/MSによって得られたマスフラグメントグラムに基づくと、検出されたC_{38}アルケンジオンはメチルケトンとエチルケトンを両末端にもつ長鎖のジケトンであると解釈される。また本研究では、先行研究によって報告されていた$C_{38:2}$アルケノンジオンに加え、世界で初めて$C_{38:3}$アルケノンジオンを更新世～後期鮮新世の堆積物試料から検出した。

アルケノンに対するC_{38}アルケノンジオンの相対量には中新世から更新世にかけて顕著に減少していく傾向が見られた。この結果は、過去のアルケノン生産者だけがC_{38}アルケノンジオンを生合成できたという現段階での解釈を支持し、同時に、そのような生産種が中新世から更新世にかけて減少したこと示してる。また、C_{38}アルケノンジオンの不飽和比（$C_{38:2}/[C_{38:2} + C_{38:3}]$）は$C_{37}$アルケノンの不飽和比（$U^{K'}_{37}$）と高い相関関係を示した（$R^2 = 0.85$）。この結果は、$C_{38}$アルケノンジオンが長鎖アルケノンの類似した機能を持つ化合物であり、同様の生合成経路によって生成されていたことを強く示唆する。さらに、C_{38}アルケノンジオンの炭素数はC_{37}–C_{39}アルケノンの中間に位置し、ケトン基の位置はC_{37}–C_{39}アルケノンのすべてと共通点をもつ。これ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

らのことから考えると、C_{38}アルケノンジオンは長鎖アルケノンと同等の機能性および関連した生合成系経路を有した有機化合物であり、より原始的なアルケノン生合成系経路によって合成されていたと考えることができる。

参考文献
Furota et al. (2016) Org. Geochem. 101, 166–175.
Longo et al. (2013) Org. Geochem. 65, 94-102.

キーワード：アルケノン、アルケンジオン、古海洋学
Keywords: Alkenone, Alkenedione, Paleoceanography

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Geomorphic and pedogenic forcing on the distribution of organic matter from vegetation to soil- a concern for paleoenvironment studies

*Biswajit Roy[1], Kanva Goyal[1], Prasanta Sanyal[1]

1. Indian Institute of Science Education Research Kolkata

The $\delta^{13}C$ values of soil organic matter (SOM) have been used to reconstruct the abundance of C_3 and C_4 plants. However, the intimate connection of distribution of vegetation with geomorphic processes and landforms may impart different $\delta^{13}C$ value in the contemporaneous vegetation. Such variation would also get registered in the organic matter composition of the soil, with an erroneous assumption of a significant change in C_3 and C_4 abundance. Therefore, it is important to understand the effect of lateral variation in riverine geomorphic architecture and its impact on the $\delta^{13}C$ value of vegetation and soil. In this study, a lateral transect (6 km) of an undulatory geomorphic surface of north-south trending lateritic alluvium of South Bengal (India) was considered to unveil the effect of topography, and active channel distance on the contemporaneous vegetation and soil. A variation of ca. 50‰ is observed in the n-alkane H-isotopic composition (δD_{C31}) of the dominating tropical deciduous species (Sal- *Shorearo busta*). The $\delta^{18}O$ value of the groundwater and the river water was analysed to understand the source of water for the tropical trees. The D/H ratio suggests that the vegetation near the active channel was mostly influenced by the river water (enriched) and in distal areas by the groundwater (depleted). Preliminary study on the $\delta^{13}C$ values of the Sal species suggests an enrichment of ca. 7‰ away from the active river channel. The difference is attributed to the change in water-availability, canopy, topography, and vegetation density that varied along the transect. Disparity in the efficiency of water use was observed in the long chain n-alkane average chain length (ACL) and carbon preference index (CPI) distribution. The higher ACL (>29) and CPI (>2) values are mostly associated with the badlands or upland soil environment with very low moisture availability. Preservation of the contemporaneous vegetation signals in the litter layer was regulated by the geomorphology, vegetation density, and the soil texture. The upland, and the distal areas with sparse vegetation tend to preserve more positive $^{13}C/^{12}C$ ratio (−24‰) compared to the lowland with well-developed soils (−28‰). The upland and distal soils, with a coarser texture, suggests faster decomposition of OM (TOC% <0.2) due to higher percolation and soil aeration; whereas in fine-textured lowland soils depleted (−4‰) and high TOC% (>0.5) is observed. Further, due to continuous abrasion by the riverine process, the TOC is also low in the soils adjacent to the active river. The nitrogen isotopic composition ($\delta^{15}N_{SOM}$) increases as alteration/decay or leaching of SOM proceeds. The faster decomposition and microbial processing of SOM in upland and distal area soils registered higher $\delta^{15}N$ (+4‰) values whereas lower values are registered in low-lying areas. This geomorphic and pedogenic effect on the plant-soil system may result in ambiguous interpretation about the past vegetation and thus warrants detail vegetation, geomorphic and physical or chemical characterisation of the soil before employing it as a paleo-record archive.

Keywords: Vegetation, Soil organic matter, Geomorphology, Pedogenesis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

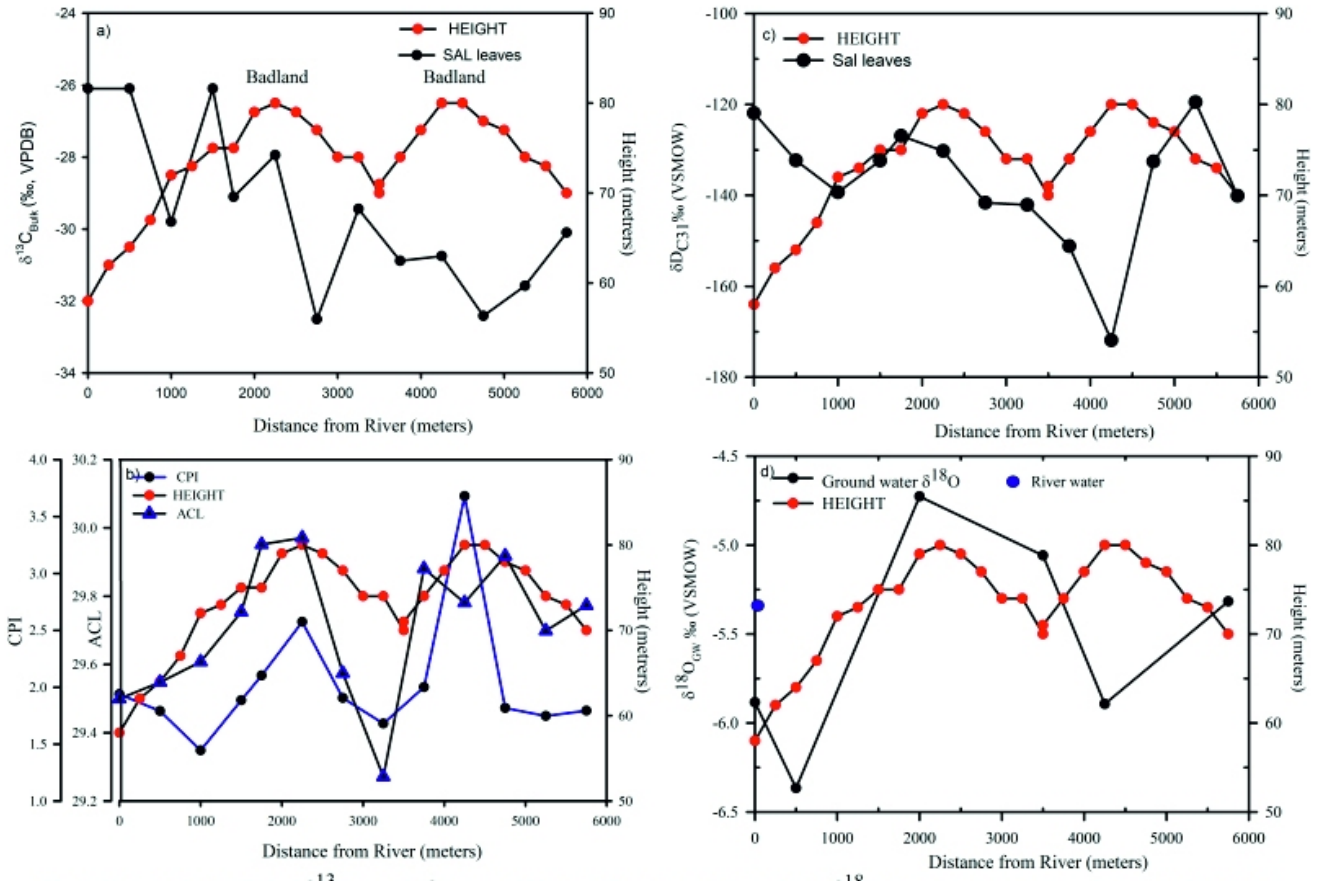


Fig. 1. Variation in the: SAL a) $\delta^{13}C_{Bulk}$, b) δD_{C31}, c)CPI and ACL value; and Groundwater $\delta^{18}O_{GW}$ value along the lateral transect of the river.

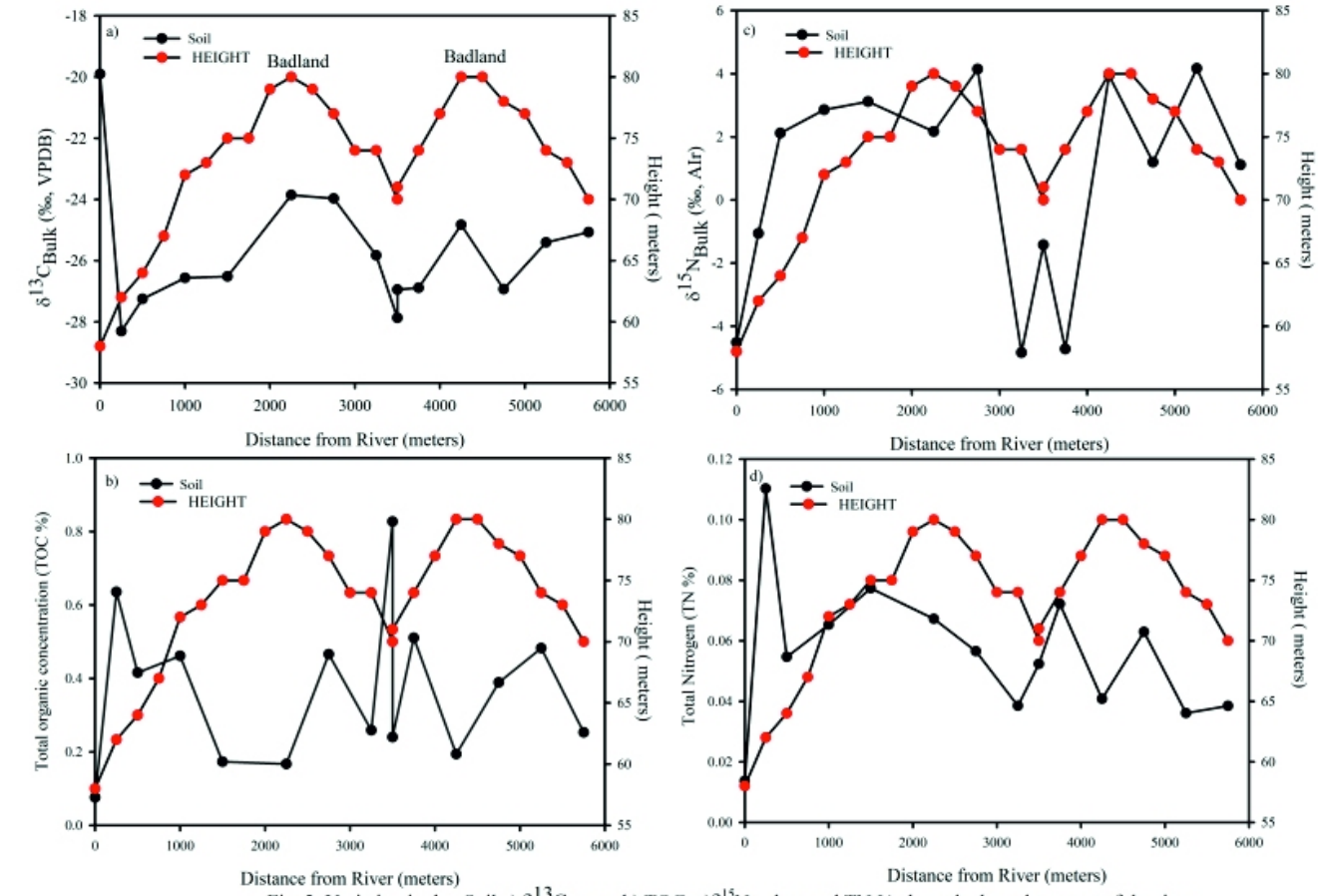


Fig. 2. Variation in the: Soil a) $\delta^{13}C_{Bulk}$, b) TOC, c)$\delta^{15}N$ value; and TN % along the lateral transect of the river.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Sea surface salinity of the Kuroshio Current along the Nansei Islands in the mid-Holocene inferred from fossil corals

*岨 康輝[1]、本郷 宙軌[2]、田中 健太郎[3]、藤井 琢磨[4]、坂井 三郎[1]、山口 耕生[6,5]
*Kohki Sowa[1], Chuki Hongo[2], Kentaro Tanaka[3], Takuma Fujii[4], Saburo Sakai[1], Kosei E. Yamaguchi[6,5]

1. 国立研究開発法人 海洋研究開発機構、2. 琉球大学、3. 東京大学、4. 鹿児島大学、5. 東邦大学、6. NASA Astrobiology Institute
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Ryukyu University, 3. The University of Tokyo , 4. Kagoshima University, 5. Toho University, 6. NASA Astrobiology Institute

Sea surface salinity (SSS), which is the parameters of water mass properties, is one of the crucial tracers for reconstructing water motion and climate system. After the mid-Holocene, a period roughly from 7000 to 5000 years ago, freshening of seawater in the Western Pacific has been reported, and the cause of the salinity variation is under discussion (e.g. Stott *et al.*, 2004). The distribution of annual-mean salinity in the Northwest Pacific is space-dependent on factors such as depth, longitude, and latitude. Therefore, to understand the cause of the freshening, more constraining salinity conditions in time and space are needed. However, most research was limited to tropical areas.

The Kuroshio Current comes from the North Equatorial Current and cultivates the coral ecosystems of the subtropical, temperate area along the Nansei Islands (N24°-31°). Therefore, the Nansei Islands provide a latitudinal constraint to the paleo SSS variation. The $\delta^{18}O_{seawater}$ estimated from $\delta^{18}O$ and Sr/Ca in coral skeletons enables reconstruction of the seasonal SSS for shallow areas. Previous studies reconstruct SSS at Kuroshio Current only for Kikai Island (28°N, 130°E), which is off the main Kuroshio Current. To discuss spatial distribution of SSS during the mid-Holocene, further SSS data at different latitudes along the main Kuroshio Current area of the Nansei Islands are useful.

This study shows SSS for Okinawa Island (26°N, 128°E) and Takara Island (29°N, 129°E) during the mid-Holocene using modern and fossil coral cores. The ^{14}C age is 5400±140 cal. yr BP (Okinawa Island) from fossil *Porites* coral and 6180±180 cal. yr BP (Takara Island) from *Acropora* coral, which was collected near the coring site of the fossil *Porites* coral. For Okinawa Island, the seasonal $\delta^{18}O$ of fossil *Porites* coral (~26-year, N=1) averages -4.36‰, which is ~0.54‰ higher than that of modern coral (~5-year, N=2). XRD analysis and SEM observation imply good preservation of coral skeletons. The average extension rate > 6 mm suggests minor kinetic isotopic effect related to skeletal growth. Previous studies suggested that sea surface temperatures of the Kuroshio Current have been consistent during the past 7500 years, inferred from research on sediment cores (e.g. Lo *et al.* 2013). These imply that SSS was slightly higher in the mid-Holocene than today, at Okinawa Island. In this presentation, we will discuss SSS along the Nansei Island in the mid-Holocene using additional $\delta^{18}O$ and Sr/Ca analyses at Okinawa and Takara Island.

References

Stott *et al.* (2004) Decline of surface temperature and salinity in the western tropical Pacific Ocean in the Holocene epoch. *Nature* 431, 56-59.
Lo *et al.* (2013) Persistent sea surface temperature and declined sea surface salinity in the northwestern tropical Pacific over the past 7500 years. *Journal of Asian Earth Sciences* 66, 234-239.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：塩分、黒潮、完新世中期、化石サンゴ、南西諸島
Keywords: Salinity, Kuroshio Current, Mid-Holocene, Fossil coral, Nansei Islands

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

完新世初期における日本海への対馬暖流の周期的流入に関する海洋力学モデル

An ocean-dynamic model for the periodic inflow of Tsushima Current in the early Holocene

*磯辺 篤彦[1]
*Atsuhiko Isobe[1]

1. 九州大学応用力学研究所
1. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University

1万前に太平洋に口を開いた対馬海峡から、対馬暖流は一進一退を繰り返す周期的な流入を始め、8千年ほど前から現在のような恒常的な日本海通過流となったと言われている(e.g., Oba et al., 1991;大場, 2006)。しかし、対馬暖流は亜熱帯循環から縁辺海に分岐した線形のバイパス流であり(Minato & Kimura, 1980)、亜熱帯循環が周期的に変化するか、あるいは対馬海峡が周期的に閉鎖と開口を繰り返さない限り、対馬暖流が周期的な流入を示すとは考えにくい。本研究では、定常の亜熱帯循環から、一進一退を繰り返す分岐流が形成される力学モデルを提案する。Kida & Qiu (2013)の島法則に移流項を追加した非線形モデルを用いた。日本海に流入する対馬暖流の流量は、流入と非流入の二つの解を持ち、海峡が浅い場合に、これらの解は周辺の環境変化によって容易に遷移することが示唆された。

キーワード：対馬暖流、周期的流入、非線形モデル
Keywords: Tsushima Current, periodic inflow, nonlinear model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

完新世におけるアリューシャン低気圧-偏西風ジェットの百年・千年規模変動

Centennial to millennial scale variability of the Aleutian Low and Westerly Jet during the Holocene

*長島 佳菜[1]、原田 尚美[1]
*Kana Nagashima[1], Naomi Harada[1]

1. 海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Research and Development Center for Global Change

The Aleutian Low (AL), the semi-permanent low-pressure system located over the Gulf of Alaska, is critically linked to environmental change in the North Pacific and surrounding continental areas. At timescales that exceed the recent instrumental record of the last 100 years, the AL intensity has been reported to vary on centennial to millennial scales from various proxy records (e.g., Anderson et al., 2005, 2016; Fisher et al., 2008; Jones et al., 2014). However, the ultimate trigger of these intensity changes has not been systematically studied.

Recent meteorological records showed that the Westerly Jet (WJ) over East Asia and the North Pacific links strongly to the AL intensity and position through changes in cyclogenesis, monsoon, and storm track activity (e.g. Lau, 1998; Nakamura et al., 2002; Nakamura and Shimpo, 2004). According to Lau (1988), southward displacement of the WJ axis and associated storm track path over the North Pacific results in a southeastward shift and intensification of the AL. At longer timescales, however, the interactions between the AL and the WJ are virtually unknown. This study examines millennial- and centennial-scale linkages between the AL and WJ during the Holocene to better understand the long-term nature of their interaction. We also introduce WJ records from the Southern Hemisphere, because the WJ path in both the Northern and Southern Hemispheres trace the expansion and shrinkage of the Hadley Cell circulation, which helps to understand changes in North Pacific atmospheric circulation.

The proxy records of the AL and WJ revealed millennial-scale coupling of the AL-WJ path with weakened AL and poleward WJ shifts in both hemispheres during 7–5.2 and 2.8–1.2 ka, and an intensified AL and equatorward shift of the WJ path during 5.2–2.8 ka and 1.2 ka onward (Nagashima et al., submitted to Quaternary Research). Centennial scale AL intensification and equatorward shifts of the WJ path in both hemispheres also appeared in the proxy records. Periods of centennial and millennial-scale AL maxima and equatorward shifts of the WJ correlate well with periods of solar activity minima, suggesting solar activity has played a primary role in the generation of the atmospheric circulation changes, possibly through dynamic Hadley cell changes (Nagashima et al., submitted to Quaternary Research).

キーワード：完新世、アリューシャン低気圧、偏西風ジェット、太陽活動
Keywords: Holocene, Aleutian Low, Westerly Jet, Solar activity

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Monsoon-related errors in paleotemperature estimation based on leaf margin analysis in central Japan

*Wang Yuqing[1]、Momohara Arata[1]、Huang Yongjiang[2]
*Yuqing Wang[1], Arata Momohara[1], Yongjiang Huang[2]

1. Graduate School of Horticulture, Chiba University、2. Key Laboratory for Plant Diversity and Biogeography of East Asia, Kunming Institute of Botany, CAS
1. Graduate School of Horticulture, Chiba University, 2. Key Laboratory for Plant Diversity and Biogeography of East Asia, Kunming Institute of Botany, CAS

Paleotemperature reconstruction has important implications for a better understanding of present climate change. Among various paleotemperature estimation methods, Leaf Margin Analysis is a method that has been widely used by paleobotanist. In the modern flora, former researchers found that the percentage of the species with untoothed leaf margin in total woody dicot species of a flora (untoothed%) is strongly correlated to mean annual temperature (MAT). Based on this phenomenon, equations showing relationships between untoothed% and MAT have been used in paleotemperature estimation proposed as the Leaf Margin Analysis. However, untoothed%-MAT relationships are inconsistent among different regions according to previous studies. To date, eight different untoothed%-MAT equations have been proposed for different regions, although several samples from Japan are included, these sites were only obtained from limited areas close to the Pacific Ocean. However, considering various local climate conditions caused by the complex topography in Japan along with the different influence of summer and winter monsoon, the untoothed%-MAT relationship may vary among different areas in Japan, which cannot be reflected in the formerly published equations.

In this study, we aim to detect the untoothed%-MAT relationship in woody floras of central Japan. Two research areas with different climate conditions were chosen: The Pacific Ocean coastal areas and the Sea of Japan coastal areas. Based on the climate data, the Pacific Ocean coastal areas are characterized by less snow condition and higher summer precipitation affected by the activity of the East Asian Summer Monsoon. While the Sea of Japan coastal areas are characterized by heavy snow in winter, which is formed under the influence of Tsushima warm current in the Sea of Japan with East Asian Winter Monsoon, and grown season precipitation in this zone is much lower than the Pacific Ocean coastal areas.

We found that the untoothed%-MAT relationships of the two research areas are obviously different. In the Pacific Ocean coastal areas, a significant positive untoothed%-MAT relationship was detected. Compare to the other regions of the world, floras from central Japan include more species characterized by toothed-margin leaf at a given mean annual temperature. While in deep snow areas along the Sea of Japan, the untoothed%-MAT relationship becomes unclear with the effect of deep snow cover.

According to our results, paleotemperature estimated by the Leaf Margin Analysis of Japanese fossil floras may include inadequacy. The heavy snow condition along the Sea of Japan began since the middle Early Pleistocene, thus fossil floras of interglacial stages younger than that of these areas is not suitable to do the Leaf Margin Analysis. For Japanese fossil localities from areas without thick snow cover, because the untoothed%-MAT relationship of Japanese flora deviates from other regions of the world, applying these fossil floras into the formerly published untoothed%-MAT relationships will receive inaccurate paleotemperature data.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_23

[M-IS19] 古気候・古海洋変動

コンビーナ:岡崎 裕典(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、岡 顕(東京大学大気海洋研究所)、加 三千宣(愛媛大学沿岸環境科学研究センター)、長谷川 精(高知大学理工学部)

本セッションは、陸と海の両方から復元される古環境情報とモデル研究の統合を目指し、数年からテクトニクスが関わる時間スケールまでの古環境変動やイベントに関わる研究を取り扱う。陸域・海域、時代、手法を問わず幅広い内容の発表を歓迎し、中・長期の気候・環境変動に関連する幅広い研究分野との一層の連携促進を目指している。 通常の講演に加えて、現在・未来の気候と地球環境変動をPaleo視点から俯瞰する特別企画を設け、今後の古気候・古海洋研究の方向性を考えていきたい。研究分野の垣根を超え、連合大会ならではの活発な交流の場となることを期待する。

[MIS19-P01] 氷室地球と温室地球の遷移期における地球軌道要素が表層環境に与えた影響

*池田 昌之[1] (1.静岡大学)

[MIS19-P02] 中国四川盆地白亜系陸成堆積物の後背地化学風化度と古気候の解析

*張 天逸[1]、萬谷 英暉[1]、太田 亨[1]、李 罡[2] (1.早稲田大学、2.南京地質古生物研究所)

[MIS19-P03] 米国グリーンリバー層に見られる湖成チャートの堆積リズムと湖生物生産との関係性

*隈 隆成[1]、長谷川 精[2]、山本 鋼志[1]、吉田 英一[1]、池田 昌之[3]、勝田 長貴[4]、Whiteside J.[5] (1.名古屋大学、2.高知大学、3.静岡大学、4.岐阜大学、5.Southampton大学)

[MIS19-P04] 秋田県矢島地域の中部中新統女川層にみられる堆積サイクルの抽出とサイクル層序

*吉岡 純平[1]、多田 隆治[1,3]、松崎 賢史[2]、多田 賢弘[1]、佐久間 杏樹[1]、梅宮 悠輔[1]、黒川 駿介 (1.東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、2.東京大学大気海洋研究所海洋底科学部門、3.雲南大学)

[MIS19-P05] 鮮新統安房層群安野層の古地磁気ー酸素同位体複合年代層序

*羽田 裕貴[1]、岡田 誠[1] (1.茨城大学理学部)

[MIS19-P06] 南シナ海北部, IODP Site U1499における鮮新世～更新世の浮遊性有孔虫群集と古海洋

*北村 美月[1]、古澤 明輝[1]、林 広樹[1] (1.島根大学)

[MIS19-P07] 房総半島南端に分布する鮮新ー更新統千倉層群における浮遊性有孔虫化石群集を用いた水塊構造変動の復元

*岡田 誠[1]、長谷川 大輔[2] (1.茨城大学理学部理学科、2.茨城大学大学院理工学研究科)

[MIS19-P08] Centennial-scale bioproductivity changes during the earliest Middle-Pleistocene

*藤井 和香[1]、兵頭 政幸[1]、加藤 茂弘[2]、宮入 陽介[3]、山口 夢香[1]、横山 祐典[3] (1.神戸大学、2.兵庫県立人と自然の博物館、3.東京大学)

[MIS19-P09] 新しい古海洋プロキシの開発に向けた海綿骨針酸素同位体比分析

*若木 仁美[1]、井尻 暁[2]、池原 実[1]、Sangmin Hyun[3] (1.高知大学海洋コア総合研究センター、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、3.Korea Institute of Ocean Science & Technology)

[MIS19-P10] 人工知能を活用した微化石の自動分類・ピッキング装置

*板木 拓也[1]、平 陽介[2]、鍬守 直樹[2]、前林 利典[3]、竹島 哲[4]、戸谷 健二[4] (1.産業技術総合研究所、2.日本電気（株）、3.（株）マイクロサポート、4.三谷商事（株）)

[MIS19-P11] Towards reconstructing environmental conditions related to Australian Great Barrier Reef initiation

*オブラクタ スティーブン[1]、三輪 亘[1]、白井 厚太郎[2]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2]、ウェブスター ジョーディー[2,3]、ハイン アルバート[4] (1.秋田大学大学院国際資源学研究科、2.東京大学海洋研究所、3.シドニー大学、4.南フロリダ大学)

[MIS19-P12] An 8,000-year climate record from Lake Motosu, Japan: Implications for the East Asian Monsoon

マクドナルド セーラ[3]、タイラー ジョナサン[3]、*オブラクタ スティーブン[1]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2]、太田 耕輔[2] (1.秋田大学大学院国際資源学研究科、2.東京大学大気海洋研究所、3.アーデレード大学地球科学部)

[MIS19-P13] 後期更新世におけるモンゴル北部の環境変動復元：ダラハド盆地湖成層の化学分析

大野 優美子[1]、内藤 さゆり[1]、*勝田 長貴[1]、村上 拓馬[3]、落合 伸也[2]、長谷部 徳子[2]、川上 紳一[4] (1.岐阜大学教育学部、2.金沢大学環日本海域環境研究センター、3.公益財団法人北海道科学技術総合振興センター幌延地圏環境研究所、4.岐阜聖徳学園大学教育学部)

[MIS19-P14] モンゴル南西部オログ湖堆積物から復元される最終氷期～完新世の古環境変動とホモ・サピエンス定着との関係性

*長谷川 精[1]、野間 七瀬[1]、勝田 長貴[2]、村山 雅史[3]、田村 亨[4]、出穂 雅実[5]、イチノロフ N.[6]、ダワドルジ D.[7]、長谷部 徳子[8]、笹岡 美穂[9]、岩井 雅夫[9] (1.高知大学理工学部、2.岐阜大学教育学部、3.高知大学農林海洋学部、4.産業総合研究所地質情報研究部門、5.首都大学東京人文社会学部、6.モンゴル科学アカデミー、7.モンゴル国立大学、8.金沢大学環日本海域環境研究センター、9.高知大学海洋コア総合研究センター)

[MIS19-P15] 堆積コア中の放散虫化石群集を用いた過去150万年間のオホーツク海水塊構造復元

*坂本 龍哉[1]、岡崎 裕典[1] (1.九州大学 理学部 地球惑星科学科)

[MIS19-P16] Silicoflagellate assemblages in the Okhotsk Sea during the interglacial periods

*江頭 一騎[1]、岡崎 裕典[2]、坂本 竜彦[3] (1.九州大学理学部地球惑星科学科、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3.三重大学)

[MIS19-P17] 氷期大西洋深層循環における風応力および海面熱境界条件の役割

*岡 顕[1]、外川 一記[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[MIS19-P18] 複数の古海洋モデルによって駆動した海洋循環モデルで推定されたLGMの黒潮の比較

*市川 兼匠[1]、楊 海燕[2]、郭 新宇[2]、宮澤 泰正[3] (1.愛媛大学 大学院 理工学研究科、2.愛媛大学沿岸環境科学研究センター、3.独立行政法人海洋研究開発機構)

[MIS19-P19] The changes of the Kuroshio path in the Northwest Pacific since 35ka

*Haiyan Yang[1]、Xinyu Guo[1]、Ayako Abe-Ouchi[2]、Yasumasa Miyazawa[3]、Sergey Varlamov[4]、Wing-Le Chan[2] (1.Center for Marine Environmental Studies, Ehime University、2.Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo、3.Research Institute for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、4.Application Laboratory, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

[MIS19-P20] 沖縄島洞穴遺跡産の淡水棲貝化石および鍾乳石による更新世後期の古気温復元

*浅海 竜司[1]、本堂 陸斗[2]、植村 立[3]、新城 竜一[3]、狩野 彰宏[4]、藤田 祐樹[5]、山崎 真治[6]、高柳 栄子[1]、井龍 康文[1] (1.東北大学大学院理学研究科、2.東北大学理学部、3.琉球大学理学部、4.東京大学大学院理学研究科、5.国立科学博物館、6.沖縄県立博物館・美術館)

[MIS19-P21] 最終退氷期のアラスカ湾における珪質鞭毛藻・渦鞭毛藻と融氷水との関係

*友川 明日香[1]、岡崎 裕典[1]、小野寺 丈尚太郎[2]、堀川 恵司[3] (1.九州大学理学部地球惑星科学科、2.海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター、3.富山大学大学院理工学研究部(理学))

[MIS19-P22] Application of the ramped pyrolysis ^{14}C dating to postglacial sediments from the Alaskan margin, Arctic Ocean

*鈴木 健太[1]、山本 正伸[1,2]、Brad Rosenheim[3]、大森 貴之[4]、Leonid Polyak[5] (1.北海道大学大学院環境科学院、2.北海道大学大学院地球環境科学研究院、3.南フロリダ大学海洋科学大学、4.東京大学総合研究博物館、5.オハイオ州立大学バード極地研究所)

[MIS19-P23] 浮魚類の個体数指標としての堆積物中環境DNAの利用可能性

*玉井 大道[1]、加 三千宣[2]、土居 秀幸[3]、源 利文[4] (1.愛媛大学大学院理工学研究科、2.愛媛大学沿岸環境科学研究センター、3.兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科、4.神戸大学大学院人間発達環境学研究科)

[MIS19-P24] 過去の海洋魚類群集を復元するための堆積物中魚類起源DNA抽出法の改善に関する研究

*倉田 純[1]、玉井 大道[2]、土居 秀幸[3]、源 利文[4]、加 三千宣[5] (1.愛媛大学理学部地球科学科、2.愛媛大学大学院理工学研究科、3.兵庫県立大学大学大学院シミュレーション学研究科、4.神戸大学大学院人間発達環境学研究科、5.愛媛大学沿岸環境科学センター)

[MIS19-P25] 東京湾海洋堆積物コアを用いた後期完新世における古水温変動の復元

*梶田 展人[1,2,3,4]、原田 尚美[5]、佐藤 都[5]、小川 奈々子[1]、横山 祐典[1,2,4]、沢田 近子[1]、宮入 陽介[1]、宇都宮 正志[3]、鈴木 淳[3]、川幡 穂高[1,2,3] (1.東京大学　大気海洋研究所、2.東京大学大学院　理学系研究科地球惑星科学専攻、3.産業技術総合研究所　地質調査総合センター　地質情報研究部門　、4.海洋研究開発機構　生物地球化学研究分野、5.海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター)

[MIS19-P26] 樹木年輪セルロースの酸素同位体比による立山の過去400年間の夏季モンスーン復元

*佐野 雅規[1]、森 滉太[1]、對馬 あかね[2]、李 貞[3]、安江 恒[4]、中塚 武[2,3] (1.早稲田大学人間科学学術院、2.名古屋大学、3.総合地球環境学研究所、4.信州大学)

[MIS19-P27] 珪藻分析を用いて復元された九州西岸池田池（大蛇池）の湖底堆積物中の過去4500年間のイベント性堆積物層

*鹿島 薫[1]、箕田 友和[1]、福本 侑[3]、原口 強[2]、山田 和芳[4] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.大阪市立大学大学院理学研究科、3.立命館大学、4.ふじのくに地球環境史ミュージアム)

[MIS19-P28] 完新世における別府湾の半遠洋性泥およびイベント砂の鉱物組成変動

*入野 智久[1]、丸山 亜伊莉[1]、池原 研[2]、山本 正伸[1]、加 三千宣[3] (1.北海道大学　大学院環境科学院、2.産業技術総合研究所　地質情報部門、3.愛媛大学　沿岸環境科学研究センター)

[MIS19-P29] 別府湾堆積物に保存された葉理の組成と年縞としての可能性

*鈴木 克明[1]、加 三千宣[2]、新井 和乃[3]、池原 研[4]、村山 雅史[3] (1.早稲田大学、2.愛媛大学、3.高知大学、4.産業技術総合研究所)

[MIS19-P30] 海洋大循環モデルによるPa/Thの全球シミュレーション

*佐々木 雄亮[1]、岡 顕[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[MIS19-P31] 古水温復元のための北太平洋珪質鞭毛藻データセット構築と堆積物コアへの応用

*岡崎 裕典[1]、西園 史彬[1]、谷崎 恭平[1] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

[MIS19-P32] 有明海堆積物中のマイクロプラスチック含量

園田 拓希[1]、*岡崎 裕典[1]、磯辺 篤彦[2] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.九州大学応用力学研究所)

氷室地球と温室地球の遷移期における地球軌道要素が表層環境に与えた影響

Orbital-scale changes in redox condition and biogenic silica/detrital fluxes of the Jurassic Radiolarite: Possible link with glaciation?

*池田 昌之[1]
*Masayuki Ikeda[1]

1. 静岡大学
1. Shizuoka University

Orbital forcing has been shown to be a fundamental driver of climate change through both icehouse and greenhouse periods. To reveal the impact of orbital-forcing on the oceanic environment through a greenhouse-icehouse transition, we established ~ 4 Myr-long cyclostratigraphy of the Bajocian-Callovian (Middle Jurassic; ~ 160 Ma) Basal Radiolarites at the Torre De Busi and Corre Di Sogno sections in the Lombardian Basin, N-Italy. Stratigraphic changes in chertabundance (chert/shale thickness ratio) and color (darkness) of Radiolarites show hierarchal periodicities of 8 cm, 16 cm, 40 cm, 160 cm, and ~ 4 m, corresponding to ~ 20 kyr, 40 kyr, 100 kyr, 400 kyr, and ~ 1 Myr cycles based on the biostratigraphic age model. Black cherts in intervals with high chert abundance might reflect oxygen-depleted conditions due to orbital-scale high productivity. On the other hand, black cherts in intervals with low chert abundance (high detrital input) might reflect oxygen-depleted conditions, probably due to orbital-scale sea-level drop and stratification. On 40 kyr and 100 kyr cycles, the anoxic condition occurred in low chert abundance intervals across ~ 8 m above (~ 2 Myr after) the base of the Radiolarites. These results imply that the formation of the restricted basin resulted from tectonic and/or eustatic sea-level drop, which is consistent with increased black chert deposition and redox-sensitive elements abundances (Mo/TOC, Mo/U). Their out-of-phase relationships on the 405 kyr cycle throughout the sequence (~ 4 Myr-long) with increasing amplitude above −8 M level would be caused possibly by tectonic activity, or more likely by glacio-eustatic sea-level changes reported from sequence stratigraphy, similar to those of the Oligocene to Pliocene glacial cycles, but probably with less amplitude.

キーワード：氷室地球、温室地球、軌道周期
Keywords: icehouse, greenhouse, orbital cycle

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中国四川盆地白亜系陸成堆積物の後背地化学風化度と古気候の解析
Evaluation of hinterland weathering and paleoclimate of the Cretaceous strata in the Sichuan basin, central China

*張 天逸[1]、萬谷 英暉[1]、太田 亨[1]、李 罡[2]
*Tenichi Cho[1], Hideaki Mantani[1], Tohru Ohta[1], Gang Li[2]

1. 早稲田大学、2. 南京地質古生物研究所
1. Waseda University, 2. Nanjing Institute of Geology and Paleontology

Reconstruction of paleoclimate during the Cretaceous Period is important for the understanding of the Earth system operating during the greenhouse conditions. However, information of paleoclimate from continental inland-basins is scarce compared to continental margin marine-basins. This situation is also true in the Asian continent; Cretaceous ecosystem and paleoclimate data are accumulating in the Pacific side, while those of the Asian continental side is lacking. Paleoclimate conditions in Asian inland basins are considered to be equally important in order to elucidate the land-ocean climate system operated during the Cretaceous. In this regard, the present study investigates the geochemistry and clay mineralogy of the Cretaceous mudstones distributed in the Sichuan basin, central China, for the aim of paleoclimate evaluation. The depositional age of studied strata ranges from Berriasian to Maastrichtian. Sediments are mostly fluvial to lacustrine origin, however recently, a broad distribution of aeolian dune sandstones was identified from the Cenomanian to Turonian interval (Li et al., 2016). Before discussing hinterland weathering and paleoclimate, the effect of diagenesis was evaluated, which can alter the geochemical signatures of paleoclimate. The illite crystallinity index indicates that diagenetic effect was moderately high for the analyzed mudstones, and the degree of diagenesis has a high correlation with CaCO3 abundance. Accordingly, CaO wt% abundances are mostly of post-depositional carbonate origin, and thus, CaO derived from carbonates was subtracted from the following discussion of hinterland weathering evaluation. Geochemical weathering indices (e.g., W value) demonstrate a significant increase in hinterland paleoweathering from Berriasian (W=70) to Cenomanian-Turonian (W=95), and then slightly decrease towards the Maastrichtian (W=80). This fluctuation pattern of the weathering indices is concordant with the Cretaceous paleotemperature estimates (e.g., O’ Brien et al., 2017). Therefore, the present result suggests that the hinterland paleoweathering rate in the Sichuan basin was governed by the global temperature changes. The weathering index reached the maximum value of 95 in Cenomanian-Turonian stages. Furthermore, sediments of Cenomanian-Turonian horizons contained abundant kaolinite mineral, which is a product of hydrolysis decomposition of rock-forming minerals. Both lines of evidence suggest that the Sichuan basin was under the tropical and pluvious climate during the Cenomanian-Turonian. However, as mentioned before, the previous study identified aeolian sand dunes from the Cenomanian-Turonian strata. Note that Li et al. (2016) elucidated an arid climate from amalgamated sandstone facies, while the present pluvious climate interpretation is derived from the analysis of intervening piled mudstone facies. When these geological evidences are integrated together, it is reasonable to suggest the development of an alternating pluvious and arid paleoclimate during the Cenomanian-Turonian. The nature and trigger of this extremely oscillating pluvious/arid climate cannot be deduced solely from the present study. However, the timing of this renewed climate system matches with the Cretaceous greenhouse optimum (Cenomanian-Turonian). The development of monsoon-like pluvious/arid paleoclimate in the Sichuan basin is possibly related to the mid-Cretaceous re-configuration in the global climate system.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：白亜紀、大陸風化、河川堆積物、砂漠堆積物、XRF、W値
Keywords: Cretaceous, Continental weathering, Alluval deposits, Desert deposits, XRF, W index

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

米国グリーンリバー層に見られる湖成チャートの堆積リズムと湖生物生産との関係性

Productivity-induced lacustrine bedded chert formation in the Eocene Green River Formation

*隈 隆成[1]、長谷川 精[2]、山本 鋼志[1]、吉田 英一[1]、池田 昌之[3]、勝田 長貴[4]、Whiteside J.[5]
*Ryusei Kuma[1], Hitoshi Hasegawa[2], Koshi Yamamoto[1], Hidekazu Yoshida[1], Masayuki Ikeda[3], Nagayoshi Katsuta[4], J. Whiteside[5]

1. 名古屋大学、2. 高知大学、3. 静岡大学、4. 岐阜大学、5. Southampton大学
1. Nagoya University, 2. Kochi University, 3. Shizuoka University, 4. Gifu University, 5. Southampton University

海成堆積物起源の層状チャートは，放散虫などの珪質殻を主体とし，その層厚変動は地球軌道要素変動に伴う海洋表層生産量変動（Hori et al., 1993）や陸域ケイ酸塩風化（Ikeda et al., 2017）を反映すると考えられている．一方，珪質な殻が保存されていないにも関わらず，湖成堆積物中にも層状チャートがしばしば報告されている（Eugster, 1967; Hesse, 1989）．湖成チャートの場合，シリカの沈殿にはpH9辺りで変動する湖水のアルカリ度が重要であると考えられており，その成因についてはいくつかのメカニズムが提唱されている．例えば，高アルカリ環境の湖水中で多量に溶存したシリカ成分が，季節的な雨水や河川水の流入によって湖水のpHが低下し，シリカ溶解度が減少することによって沈殿するという説がある（Eugster, 1967）．他にも，湖表層での藻類生産もしくは湖底での有機物分解に伴い，湖水のpHが変動することでシリカの溶解ー沈殿が起こるという考えも提案されている（Behr and Rohricht, 2000）．しかしながら，湖成チャートに藻類化石が濃集した証拠はまだ示されていない．

本研究では，米国中西部に広く分布する始新世前期ー中期の湖成層であるグリーンリバー層中に特徴的に見られる層状チャートに着目し，その形成環境や形成メカニズムを検討した．ユタ州北東部のIndian Canyonセクションの野外調査の結果，層状チャートはグリーンリバー層上部の蒸発岩を狭在する低湖水位期のドロマイト卓越層準で見られ，ドロマイト層と明瞭に互層して5-10 cm間隔で周期的に介在していた．採取したチャート層とドロマイト層の境界部に対して，走査型X線分析顕微鏡（SXAM）を用いた主要元素のマッピング分析や，蛍光顕微鏡を用いた有機物組成の観察を行った．その結果，ドロマイト層中にCaが，チャート層にSiが濃集しており，1-2 cm間隔で互層する両岩相の境界で明瞭な元素濃集が見られた．また，Si濃集部には良く蛍光を発する有機物の球状殻が密集しており，その大きさも直径約30-40 μmと良く揃っていた．始新世前期の湖には，珪藻がまだ広く分布しておらず，球状殻はグリーンリバー層から多産する*Bottryococcus braunii*のような緑藻類の可能性が高い．湖成チャートのSi濃集部に，藻類起源有機物が特徴的に密集していることは，チャートの成因に藻類起源有機物が関与していることを示唆する．

グリーンリバー層の堆積当時は周辺の活発な火山活動に伴い，湖水のアルカリ度は高かったと考えられている．高アルカリな湖水に溶存していたシリカが沈殿するメカニズムを考えると，藻類起源有機物の堆積後の分解により，有機物密集部で有機酸やCO_2が生じて間隙水中のpHの低下を引き起こし，その結果としてシリカ沈殿が起こったと考えられる．すなわち，湖成チャートの成因として，湖生物生産量変動が関わっていると考えられる．上述したようにグリーンリバー層に見られる層状チャートは1-2cm及び5-10 cm間隔で周期的に介在している．狭在する凝灰岩の放射年代（Smith et al., 2008）などから同層の堆積速度は10-15 cm/kyrと推定されており，層状チャートの堆積は約67-200年周期と約333-1000年周期であると見積もられる．したがって，グリーンリバー層の湖成チャートは，百年スケールの湖藻類生産量の変動を反映している可能性がある．

キーワード：湖成層、始新世、生物生産、チャート、シリカ、pH
Keywords: lake sediments, Eocene, productivity, chert, silica, pH

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

秋田県矢島地域の中部中新統女川層にみられる堆積サイクルの抽出とサイクル層序

Extraction of the sedimentary cycles and application of cyclostratigraphy to the Middle Miocene Onnagawa Formation in Yashima District, Akita Prefecture, Japan

*吉岡 純平[1]、多田 隆治[1,3]、松崎 賢史[2]、多田 賢弘[1]、佐久間 杏樹[1]、梅宮 悠輔[1]、黒川 駿介
*Jumpei Yoshioka[1], Ryuji Tada[1,3], Kenji Marc Raymond Matsuzaki[2], Toshihiro Tada[1], Aki Sakuma[1], Yusuke Umemiya[1], Shunsuke Kurokawa

1. 東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、2. 東京大学大気海洋研究所海洋底科学部門、3. 雲南大学
1. Department of Earth and Planetary Science, the University of Tokyo, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo, 3. Yunnan University

新生代は寒冷化の時代であり、3つのステップで寒冷化が進行したことが底生有孔虫酸素同位体比記録から知られている。そのうち、中期中新世の寒冷化に際しては、北太平洋沿岸において珪藻が大量に堆積して形成された、有機物に富んだ珪質な堆積物が広く分布している。女川層もその１つで、珪質で硬いポーセラナイトと砕屑物を多く含み比較的軟らかい泥岩がm-スケールの有律互層を形成している。また、一部の珪質度の高い層準では、cm-スケールの黒色バンドの存在も報告されている。しかし、これらの形成年代や要因については詳しくはわかっていない。

本研究では、秋田県矢島地域に見られる女川層に対して、細かい年代目盛りを入れるために、m-スケールの堆積サイクルを作り出す原因が生物源シリカの含有量変動である事を示し、その変動周期を用いて、サイクル層序の適用を試みた。

まず、野外調査によって層厚約130mの詳細で連続な統合柱状図を得た。また、岩相の違いにより下位からUnit A (石灰質泥岩と泥岩の有律互層)、Unit B (泥岩中に周期的に珪質岩が挟まれる)、Unit C (珪質泥岩中により硬い珪質泥岩が挟まれる)、Unit D (cm-スケールの黒色バンドをもつ泥質ポーセラナイト)、Unit E (珪質泥岩及び硬質珪質泥岩)の5つの岩相ユニットに区分した。このうち、珪質岩が明確な周期性を示すUnit B, Unit C, Unit Dについて、その珪質度（silica rank）の変動として堆積サイクルを検出した。Silica rankとは、野外において珪質岩をその硬さにより5段階で表したものであり、XRD分析によってその硬さが生物源シリカの含有量に依存することを確かめた。このsilica rankの変動について、Unit BとUnit Cの区間とUnit Dの区間とでは明らかに異なる周期的特徴を示しており、これらは岩相の変化に伴う堆積速度や地球軌道要素への応答の変化を記録していると考えられる。そこで微化石による年代制約を与えた上で、silica rankの変動周期を底生有孔虫の酸素同位体比δ^{18}O変動曲線と対比し、年代モデルの高精度化、高解像度化を図った。JpGUでは、その詳細について報告する。

キーワード：女川層、中新世、silica rank、サイクル層序
Keywords: the Onnagawa Fm., Miocene, silica rank, cyclostratigraphy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

鮮新統安房層群安野層の古地磁気ー酸素同位体複合年代層序
Pliocene magneto–oxygen isotope stratigraphy from the Anno Formation, Awa Group, central Japan

*羽田 裕貴[1]、岡田 誠[1]
*Yuki Haneda[1], Makoto Okada[1]

1. 茨城大学理学部
1. College of Science, Ibaraki University

The Pliocene climate is one of the best analogs for the climate of a globally warmer future. Here, we present a new Pliocene integrated chronostratigraphy from the Anno Formation in the uppermost Awa Group, which is distributed throughout the Boso Peninsula, central Japan, based on paleomagnetic and benthic foraminiferal oxygen isotope records. This new chronostratigraphy provides valuable constraints for paleoceanographic and paleoclimatic studies in the northwestern Pacific Ocean, where the number of paleoceanographic records is limited due to the lack of calcareous microfossils from deep-sea sediment cores, with the exception of some plateaus at water depths above the calcite compensation depth (CCD).

We performed progressive Alternating field and thermal demagnetizations for each specimen in order to remove secondary remanence. Additionally, we conducted thermomagnetic, low-temperature magnetic, magnetic hysteresis, and FORC analyses as rock-magnetic experiments to assess stability of paleomagnetic signal which specimens have acquired. The paleomagnetic and rock-magnetic experiments indicate that primary remanences are carried by magnetite in pseudo-single domain size as detrital remanent magnetization. The progressive AF demagnetization is, however, unsuitable to remove secondary remanence in specimens from polarity transitional horizons due to magnetically hard mineral, such as goethite. Therefore, thermal demagnetization is necessary to obtain primary remanence from the Anno Formation.

Paleomagnetic results by the thermal demagnetization indicate that the Anno Formation corresponds to the period extending from the Nunivak normal polarity subchronozone (4.493–4.631 Ma) to Chron C2An.2n (3.116–3.207 Ma). Although foraminifera are not found in the middle Anno Formation, our oxygen isotope records from the upper and lower Anno Formation demonstrate the recording of glacial–interglacial cycles. However, the amplitude of our $\delta^{18}O$ profile is much larger than that of the LR04 stack, with similar to slightly lower glacial values and much lower interglacial values. This trend is suppressed after 3.4 Ma. These observations imply that the bottom water had lower $\delta^{18}O$ values and/or a warmer water mass during interglacials until 3.4 Ma compared with global average deep-water regions.

キーワード：鮮新世、房総半島、安野層、底生有孔虫、酸素同位体層序、古地磁気層序
Keywords: Pliocene, Boso Peninsula, Anno Formation, Benthic foraminifera, Oxygen isotope stratigraphy, Magnetostratigraphy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南シナ海北部, IODP Site U1499における鮮新世～更新世の浮遊性有孔虫群集と古海洋

Planktonic foraminiferal assemblage and paleoceanography of the Plio-Pleistocene sequence at IODP Site U1499 in the northern South China Sea

*北村 美月[1]、古澤 明輝[1]、林 広樹[1]
*Mizuki Kitamura[1], Akira Furusawa[1], Hiroki Hayashi[1]

1. 島根大学
1. SHIMANE University

The South China Sea (SCS) is a marginal sea located in the tropical zone of the western Pacific with an average depth of ca. 1,140 m. The East Asian monsoon affects the climate system in this area by the prevailing seasonal winds. Such influence of the East Asian monsoon is expected to be stronger during the glacial period and weaker during the interglacial period.
During Internatinal Ocean Discovery Program (IODP) Expedition 367, drilling of Site U1499 was conducted near the outer shelf of the northern SCS in 2017. As an onboard result of this site, sediments from Oligocene to Present were recovered and the upper sequence especially contains abundant foraminiferal fossils. The purpose of the present study is to clarify temporal changes of planktonic foraminiferal assemblage in the northern SCS from approximately 4 to 1 Ma.
As a result, 80 species belonging to 19 genera of planktonic foraminifera were detected. According to multivariate analyses of the foraminiferal assemblage, we determined the temporal change into four stages: Stage A (ca. 4.1 to 3.4 Ma), Stage B (ca. 3.4 to 1.8 Ma), Stage C (ca. 1.8 to 1.45 Ma) and Stage D (ca. 1.4 to 1 Ma). During Stage A, SCS had been stratified by oligotrophic tropical surface water and relatively cold subsurface water with a shallow thermocline. At the next Stage B, the thermocline was deepened and SCS was occupied by a subtropical oligotorophic water. In turn, the thermocline shoaled and subsurface species of planktonic foraminifera were increased during the Stage C. After that, the Stage D is characterized by alternative changes between subtropical surface components and cold-temperate components caused by the glacial-interglacial changes.

キーワード：南シナ海、浮遊性有孔虫、鮮新世、更新世、国際深海科学掘削計画
Keywords: South China Sea, Planktonic foraminifera, Pliocene, Pleistocene, International Ocean Discovery Program

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

房総半島南端に分布する鮮新ー更新統千倉層群における浮遊性有孔虫化石群集を用いた水塊構造変動の復元

Reconstruction of the surface water mass fluctuation during the late Pliocene to early Pleistocene based on planktonic foraminiferal fossils from the Mera Formation, Chikura Group, in the southernmost part of the Boso Peninsula

*岡田 誠[1]、長谷川 大輔[2]
*Makoto Okada[1], Daisuke Hasegawa[2]

1. 茨城大学理学部理学科、2. 茨城大学大学院理工学研究科
1. Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Ibaraki University, 2. Graduate School of Scinece and Engineering, Ibaraki University

本研究では2.3Ma以降の層準について群集解析を行い，NHGの影響は本当に一時的なものであったのか，また氷期-間氷期サイクルによって表層水塊はどのように変化していたのか明らかにすることを目的とする．浮遊性有孔虫化石の群集解析は2.2-3.0 Ma間の57層準で13属61種を同定した．環境指標となる種の産出頻度の変化から6つのPhaseに分けた．その中でも特徴的なPhaseとしては3つ挙げられる．

Phase Ⅱ（2.75Ma~2.65Ma）：混合水域種が最大50%まで増加するため混合水の影響が強い寒冷な環境であった．

Phase Ⅴ（2.42 Ma～2.35Ma）：黒潮種が本研究で対象とした期間で最も高い40%程度まで増加し温暖であった．

PhaseⅥ（2.35Ma~）：混合水域種が振幅を繰り返しながら50%程度まで増加していく．このため徐々に寒冷化が強まると考えられる．

この様に2.7Ma以降，一方的に寒冷化が進むのではなく黒潮が強まる時期を挟んで2.35Maから再び寒冷化が起こる．また氷期ー間氷期に対応した群集の変化も見られた．

キーワード：浮遊性有孔虫群集、千倉層群、北半球氷河化作用
Keywords: Planktonic foraminiferal assemblages, Chikura Group, Northern Hemisphere Glaciation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Centennial-scale bioproductivity changes during the earliest Middle-Pleistocene

*藤井 和香[1]、兵頭 政幸[1]、加藤 茂弘[2]、宮入 陽介[3]、山口 夢香[1]、横山 祐典[3]
*Waka Fujii[1], Masayuki Hyodo[1], Shigehiro Katoh[2], Yosuke Miyairi[3], Haruka Yamaguchi[1], Yusuke Yokoyama[3]

1. 神戸大学、2. 兵庫県立人と自然の博物館、3. 東京大学
1. Kobe University, 2. Hyogo Museum of Nature and Human Activities, 3. University of Tokyo

Elucidation of the mechanism of global warming in the geological time is important, which may lead to understanding of the present global warming. In this study, we conducted paleoenvironmental analyses of sediments to reveal the rapid climate changes across the warmest interval in the Marine Isotope Stage (MIS) 19 interglacial, which is known as an orbital analogue of the Holocene. In particular, we aim at elucidating the mechanism of the repeated bioproductivity proxy (Ca/Ti ratio) changes dominated by bicentennial cycles for a span from about 777 to 775 ka, which was observed in core TB2 from the Chiba Section. Focused on the time span, we conducted pollen analyses using the Osaka Bay 1,700 m core with abundant pollen fossils, and measurements of ^{10}Be using core TB2. Both cores are stratigraphically correlated with the centennial to millennial scale resolution. The result of pollen analyses revealed that the proportion of evergreen *Quercus* (*Cyclobalanopsis*), a warm proxy, began at about 777 ka to increase with bicentennial oscillations, followed by a sudden drop within 1 kyr. These changes are quite consistent with those in the bioproductivity in core TB2. Therefore, the bioproductivity changed affected by the climate. The ^{10}Be content, an index of the galactic cosmic ray flux, generally showed similar changes with the bioproductivity except some intervals, one of which showed a large disagreement between the ^{10}Be flux and the bioproductivity, coincided with the iceberg discharge event in the North Atlantic. These results suggest that the centennial-scale bioproductivity changes observed in core TB2 probably reflect climate variations, and may be affected by solar activity. Solar activity can affect climate through galactic cosmic rays that control the low cloud (Svensmark effect), in addition to the direct influence through solar radiation.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

新しい古海洋プロキシの開発に向けた海綿骨針酸素同位体比分析
Development of new-paleoceanographic proxies based on oxygen isotope analysis of sponge spicule

*若木 仁美[1]、井尻 暁[2]、池原 実[1]、Sangmin Hyun[3]
*Hitomi Uchimura Wakaki[1], Akira Ijiri[2], Minoru Ikehara[1], Sangmin Hyun[3]

1. 高知大学海洋コア総合研究センター、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、3. Korea Institute of Ocean Science & Technology
1. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Korea Institute of Ocean Science & Technology

有孔虫殻の酸素同位体比は海水と炭酸塩間の同位体分別により主に水温に依存し値が変化するという特徴から、古水温の推定や氷期-間氷期サイクルの認定など、古海洋学においては重要な古環境指標として利用されている。しかし、有孔虫殻は炭酸塩保障深度より下位の深度帯では化石として保存されないため、炭酸塩補償深度以深の水塊の酸素同位体比データを得ることが不可能であった。そこで我々はこの問題を克服するために海綿骨針に着目した。海綿動物の中でもケイ酸塩の骨針を持つガラス海綿類の骨針は海洋堆積物中に化石として豊富に産出する。様々な水塊に応じた海綿骨子の酸素同位体比データを集約することで深海の古海洋プロキシとして応用できると期待される。本研究は、天然の海綿骨針の酸素同位体比が温度依存性を有するかどうかを明らかにすることを目的としている。

本研究では産業技術総合研究所が2008年にGH08航海で採取した沖縄海域の表層堆積物サンプルを使用した。GH08では浅海域から深海域 (水深216 mから2679 m)までの炭酸塩補償深度以浅の連続的な水深で多くの表層堆積物が得られているだけでなく、それぞれの採泥地点で海水も採取しているため、海水と底生有孔虫、そして海水と海綿骨針の酸素同位体分別をそれぞれ評価し比較することができると考えられる。試料は海底表層堆積物サンプルの表層0-2cmを分取し、250メッシュの篩上で洗浄した後、40℃の恒温乾燥機で乾燥させた。このサンプルから、底生有孔虫は*Cibicidoides* sp. と *Cibicidoides wuellerstorfi*の2種を拾い出し、IsoPrimeを用いてリン酸分解法で酸素同位体比を分析した。海水の酸素同位体比はLiquid Water Isotope Analyzer (LWIA)によりレーザー分光法で分析を行った。また、海綿骨針は顕微鏡下で拾い出し、骨針表面の有機物や微細構造に入り込んだ炭酸塩粒子を取り除くために過酸化水素と塩酸で酸処理を行い、十分に洗浄した後に乾燥させた。海綿骨針はiHTR (inductive high-temperature carbon reduction: 誘導高温炭素還元) とCF-IRMS (continuous-flow isotope ratio mass spectrometry: 連続フロー型質量分析法)を組み合わせた高周波誘導加熱法 (Ijiri et al., 2014)により酸素同位体比分析を行った。

現在までの分析の結果、沖縄表層堆積物中の底生有孔虫の酸素同位体比は水温と負の相関があり、温度依存性があることがわかった。この結果は先行研究 (Marchitto et al., 2014)とも相違がなく、本研究地の底生有孔虫の酸素同位体比結果がリファレンスとして適当であることが確認できた。海綿骨針は、いくつかのサンプルにおいては底生有孔虫の酸素同位体比とのよい相関関係が見られ、珪藻骨格の酸素同位体比を測定した先行研究 (Brandriss et al., 1998, Moschen et al., 2005) と同調する結果が得られた。しかし、異常に重い値を示すサンプルも存在した。これらの値の妥当性を評価するため、酸処理過程の見直しを含む追加実験によって適切な分析手法を確立する課題が残った。

キーワード：海綿骨針、底生有孔虫、酸素同位体比、温度依存性
Keywords: sponge spicule, benthic foraminifera, stable oxygen isotope, temperature dependence

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

人工知能を活用した微化石の自動分類・ピッキング装置
A system for automatic collection of specific microfossil species using a deep learning classification

*板木 拓也[1]、平 陽介[2]、鍬守 直樹[2]、前林 利典[3]、竹島 哲[4]、戸谷 健二[4]
*Takuya Itaki[1], Yosuke Taira[2], Naoki Kuwamori[2], Toshinori Maebayashi[3], Satoshi Takeshima[4], Kenji Toya[4]

1. 産業技術総合研究所、2. 日本電気（株）、3. （株）マイクロサポート、4. 三谷商事（株）
1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. NEC Corporation, 3. Microsupport Co.Ltd, 4. Mitani-Corporation

微化石の骨格に含まれる微量元素や同位体比を測定する際，分析に必要な量を同一種のみで拾い出すのには大きな労力と時間を要する．特に放散虫のような小型の微化石を種毎に分析することは現実的ではなく，これまでに報告例の無い未知の領域であったと言える．しかし，近年，人工知能の学習手法のひとつであるディープラーニングの進歩に伴い機械による微化石種の同定精度が飛躍的に向上した．また，マイクロマニピュレーターで微小粒子を自動的に拾い出すシステムが実用化された．これらの技術を融合すれば，任意の微化石種を大量に集積することが可能なはずである．そこで本研究では，マイクロマニピュレーターを備えた電動X-Yステージ付き顕微鏡にディープラーニングを実装し，微化石の同定および拾い出しを自動化した．ディープラーニングの分類モデルには大量の教師画像を必要とするが，本システムで自動的に取得される個別粒子の切り出し画像は教師データ構築の効率化にも有効である．また，微化石に限らず鉱物などの様々な微小粒子にも応用することが出来，今後の発展が期待される．

キーワード：微化石、人工知能、自動分類
Keywords: Microfossil, AI, Automatic classification

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Towards reconstructing environmental conditions related to Australian Great Barrier Reef initiation

*オブラクタ スティーブン[1]、三輪 亘[1]、白井 厚太郎[2]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2]、ウェブスター ジョーディー[2,3]、ハイン アルバート[4]
*Stephen Obrochta[1], Wataru Miwa[1], Kotaro Shirai[2], Yusuke Yokoyama[2], Yosuke Miyairi[2], Jody Webster[2,3], Albert Hine[4]

1. 秋田大学大学院国際資源学研究科、2. 東京大学海洋研究所、3. シドニー大学、4. 南フロリダ大学
1. Akita University, 2. University of Tokyo Atmosphere and Ocean Research Institute, 3. University of Sydney, 4. University of South Florida College of Marine Science

Previous work exploited the unique mixed carbonate-siliciclastic environment of Northeast Australia to identify the timing of changes in off-shelf sediment transport with respect to sea-level variation. Because sediment transport from the continental shelf to slope is strongly controlled by the presence/absence of a rimmed morphology, this provides a means for indirectly estimating the age of the Great Barrier Reef (GBR). Preliminary results indicate that a change in the timing of maximum off-shelf terrigenous sediment accumulation occurred during the glacial termination of MIS 20. This in turn suggests that an effective barrier morphology was emplaced during the MIS 21 interglacial. Instead of being deposited directly to the continental slope by incised rivers, terrigenous material first accumulated behind the barrier during the MIS 20 sea-level lowstand and was then redoposited as rising sea level reflooded the shelf.

Here we present initial results attempting to understand if and how changing environmental conditions promoted enhanced reef growth. The results include a higher-resolution isotope stratigraphy for improved chronological control, additional terrigenous mass accumulation rate measurements, and initial results of Mg/Ca analyses, which allow for calculating sea surface temperature changes and the oxygen isotopic composition of sea water that is expected to better resolve glacial-interglacial cycles. In the future we expect to add additional information from micro and/or nanofossil faunal assemblage data.

キーワード：珪質の砕屑性堆積物–炭酸塩堆積物の混合システム、グレートバリアリーフ
Keywords: Mixed Carbonate-Siliciclastic Sedimentary Systems, Great Barrier Reef

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

An 8,000-year climate record from Lake Motosu, Japan: Implications for the East Asian Monsoon

マクドナルド セーラ[3]、タイラー ジョナサン[3]、*オブラクタ スティーブン[1]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2]、太田 耕輔[2]
Sarah McDonlad[3], Jonathan Tyler[3], *Stephen Obrochta[1], Yusuke Yokoyama[2], Yosuke Miyairi[2], Kosuke Ota[2]

1. 秋田大学大学院国際資源学研究科、2. 東京大学大気海洋研究所、3. アーデレード大学地球科学部
1. Akita University, 2. University of Tokyo Atmosphere and Ocean Research Institute, 3. Department of Earth Sciences, The University of Adelaide

The East Asian Summer Monsoon controls the timing and amount of rainfall for around a third of the world’s population. An understanding of past changes in monsoon strength is thus crucial for placing current events in context and for characterising future climate risk. Whilst many monsoon records have been developed for continental Asia, fewer records exist from the north-eastern edge of the monsoon region. We present a new monsoon record for central Japan based on an 8,000-year lacustrine sedimentary sequence from Lake Motosu, located at the northern foot of Mt Fuji. Lake Motosu is a hydrologically closed lake and is therefore expected to be sensitive to changes in monsoon strength. Additional macrofossil radiocarbon dates are used to refine an existing high-fidelity age model. This age model is then applied to constrain the timing of changes in bulk sediment geochemistry (TC, TN, C/N, $\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$) and the oxygen isotopic composition of sedimentary cellulose ($\delta^{18}O$). Changes in sediment chemistry reflect shifts in the sources of organic matter to the sediments, variations in lake hydrology and changes to the local catchment. In turn, these changes are linked to regional variations in monsoon strength. However, their interpretation is complicated by the impact of local seismic and volcanic activity.

キーワード：モンスーン、本栖湖、地球化学
Keywords: monsoon, Lake Mostosu, geochemistry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

後期更新世におけるモンゴル北部の環境変動復元：ダラハド盆地湖成層の化学分析

Environmental changes in northern Mongolia in During the Late Pleistocene: chemical analyses of lacustrine sedimentary sequences in Darhad basin

大野 優美子[1]、内藤 さゆり[1]、*勝田 長貴[1]、村上 拓馬[3]、落合 伸也[2]、長谷部 徳子[2]、川上 紳一[4]
Yumiko Ohno[1], Sayuri Naito[1], *Nagayoshi Katsuta[1], Takuma Murakami[3], Shinya Ochiai[2], Noriko Hasebe[2], Shin-ichi kawaka[4]

1. 岐阜大学教育学部、2. 金沢大学環日本海域環境研究センター、3. 公益財団法人北海道科学技術総合振興センター幌延地圏環境研究所、4. 岐阜聖徳学園大学教育学部
1. Faculty of Education, Gifu University, 2. Institute of Natural and Environmental Technology, Kanazawa University, 3. Horonobe Research Inst. for the Subsurface Environment, 4. Faculty of Education, Gifu Shotoku Gakuen University

新人（*ホモ・サピエンス*）の分布がアフリカからユーラシアに拡大したのは、約60～50 ka（1 ka = 1000年前）と考えられ、アラビア半島からバイカル湖に至る北ルートは、ユーラシア拡散の主要な移動経路とひとつとされている（Goebel 2007）。新人がバイカル湖周辺に到達したのは約45～35 kaとされており、新人と旧人が交錯した場と時代の陸域環境復元は、人類進化の理解の上で不可避な課題である。こうした背景のもと、本研究はモンゴル北部・ダラハド盆地の湖成層の化学分析を行い、過去120 kaの環境変動復元を行った。

分析試料コアは、ダラハド国際掘削計画（DDP-2010）で採取された長尺コアDDP10-3（全長164.5 m、海抜1500.4 m）である（Krivonogov et al. 2012）。本研究では、非破壊μ-XRF測定用として連続採取された長さ1 mのUチャンネルコア試料と、バルク分析用として3 cm毎に分取された試料がそれぞれ用いられた。Uチャンネル試料は、凍結乾燥後に樹脂で固化し、研磨剤で平滑化した切断面を層準に沿ってμ-XRF連続測定を行った。得られたXRF画像データは、層理面に沿って一次元データに変換された（Katsuta et al. 2003, 2007）。一方、バルク分析については、約160 試料を凍結乾燥した後、メノウで粉砕混合したものを準備し、ガラスビード法・XRF-WDとXRD定量分析により、主要元素と構成鉱物の含有量が求められた（Katsuta et al. 2017; Murakami et al. 2010）。また、堆積物の粒径分析は、堆積物の粒度分析は、レーザー回折・散乱法で行われた。DDP10-3の堆積年代は、深度16.5 mまでが土壌と植物片の^{14}Cで、深度16.5 m以深を古地磁気年代層序により決定し、平均堆積速度は1.13 m/kyr、過去約120 kaの堆積記録と推察される。

過去120 kyrの記録は、約90～75 kaと約40～15 kaで顕著な炭酸塩の欠乏が認められる。ダラハド盆地は、盆地北西部のShishhid渓谷における山岳氷河の発達により、氷期に氷河堰止湖（氷河湖, 水深約200 m）の形成が地形調査で確認されており（Krivonogov et al. 2012）、今回得た2つの期間は寒冷化に伴う山岳氷河の発達とそれに伴う氷河湖成立を意味する。約50～10 ka におけるMn含有量の増加は、寒冷化に伴う鉛直混合の強化で、溶存酸素濃度の増加によって説明することができ、氷河湖成立を支持する。一方で、堆積物中の粒度は、約75～15 kaで一時的に粗粒化を示し、数千年間隔で生じた北大西洋地域のダンスガード・オッシュガー（DO）サイクルやハインリッヒ（H）イベントとおおよそ対比することができる。ダラハド盆地を含むモンゴル北部からバイカル湖における山岳地帯には、最終氷期に氷河が発達し、それらの一時的な融解によって、流域から砕屑物が流入してくることが知られている（Katsuta et al. 2018）。したがって、堆積物中の粒度変動は、DOサイクルやHイベントのような数十年で約10˚Cの急激な温暖化に伴う山岳氷河融解を意味するものと考えられる。退氷期におけるDDP10-3堆積物には、約13.8 ka以降から方解石の年縞が発達する。これは、湖水位が低下し、塩濃度が上昇したことに起因しており、その年縞計数は約270枚（年）であった。従って、大陸内における最終氷期から完新世への移行は、氷床や深海コアで観察される14.8～11.5 ka（3200年）に比べて急激に生じたと推察される。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：モンゴル北部、lacustrine、氷河湖
Keywords: north Mongolia, sediment, paleoglacial lake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

モンゴル南西部オログ湖堆積物から復元される最終氷期～完新世の古環境変動とホモ・サピエンス定着との関係性

Paleoenvironmental changes recorded in Orog Lake, southwestern Mongolia during MIS 3 and its relationship with *Homo sapiens*' s migration into northern Asia

*長谷川 精[1]、野間 七瀬[1]、勝田 長貴[2]、村山 雅史[3]、田村 亨[4]、出穂 雅実[5]、イチノロフ N.[6]、ダワドルジ D.[7]、長谷部 徳子[8]、笹岡 美穂[9]、岩井 雅夫[9]
*Hitoshi Hasegawa[1], Nanase Noma[1], Nagayoshi Katsuta[2], Masafumi MURAYAMA[3], Toru Tamura[4], Masami Izuho[5], Niiden Ichinnorov[6], Davaasuren Davaadorj[7], Noriko Hasebe[8], Miho Sasaoka[9], Masao Iwai[9]

1. 高知大学理工学部、2. 岐阜大学教育学部、3. 高知大学農林海洋学部、4. 産業総合研究所地質情報研究部門、5. 首都大学東京人文社会学部、6. モンゴル科学アカデミー、7. モンゴル国立大学、8. 金沢大学環日本海域環境研究センター、9. 高知大学海洋コア総合研究センター
1. Faculty of Science and Technology, Kochi Univ., 2. Faculty of Education, Gifu Univ., 3. Faculty of Agriculture and Marine Science, Kochi Univ., 4. Geological Survey of Japan, AIST, 5. Faculty of Social Sciences and Humanities, Tokyo Metropolitan Univ., 6. Mongolian Academy of Sciences, 7. National University of Mongolia, 8. Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa Univ., 9. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi Univ.

An aim of the present study is to understand detailed paleoenvironmental changes in Mongolia, situated at a key crossroad for *Homo sapiens*'s migration between central, eastern, and northern Asia during the Initial and Early Upper Paleolithic (IUP-EUP). Available archaeological evidences have suggested the emergence of IUP at around ca. 45-40 ka (e.g., Zwyns *et al.*, 2014; Rybin *et al.*, 2016; Izuho *et al.*, 2018). However, yet the paleoenvironmental changes of this period in Mongolia is largely unclear, preventing us to understand whether the possible environmental changes were significant as a major driving forth for modern human' s lifeway.

In this paper, we present a new record of paleoenvironmental changes in southwestern Mongolia during MIS 3. In January 2017, we took two parallel cores (OROG01, 24 m; OROG02, 21 m) from Orog Lake, a shallow saline lake located in northwestern margin of Gobi Desert. The high-resolution major and minor element composition changes were obtained using μXRF core scanner (Cox, Itrax) at Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University. Based on the preliminary results of OSL and 14C age dating, basal age of sediment core OROG01 yielded ca. 38 ±4 ka, nearly accordant with the basal age of ~45 ka reported in the previous study (Yu *et al.*, 2019). On the basis of our high-resolution elemental composition data, in conjunction with previous sedimentological and palynological data (Yu *et al.*, 2019), the paleoenvironments of southwestern Mongolia were more humid with higher lake levels during MIS 3 than Holocene. Our results also suggest periodic and higher amplitude paleoenvironmental changes in this region, which likely correspond to Dansgaard-Oeschger events. This new record would allow us to discuss potential relationship between paleoenvironmental changes and ecosystem changes in Mongolia during the IUP-EUP.

キーワード：湖底堆積物、塩湖、古環境変動、ダンスガードイベント、ホモ・サピエンス、上部旧石器時代初期および前期
Keywords: Lake sediments, Saline lake, Paleoenvironmental changes, Dansgaad event, Homo sapiens, Initial and Early Upper Paleolithic

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

堆積コア中の放散虫化石群集を用いた過去150万年間のオホーツク海水塊構造復元

Reconstruction for water-mass structure of the Okhotsk Sea for the past 1.5 million years based on radiolarian assemblages

*坂本 龍哉[1]、岡崎 裕典[1]
*Tatuya Sakamoto[1], Yusuke Okazaki[1]

1. 九州大学 理学部 地球惑星科学科
1. Department of Earth and Planetary Sciences, School of Science, Kyushu University

北太平洋中層循環の一部である北太平洋中層水（NPIW）は北太平洋で形成される最も重い水塊であることから，海洋・気候の長期変動へ関与していることが示唆されてきた。NPIWは、北半球最南端の季節氷域であるオホーツク海を起源域としている。オホーツク海の海氷は、主に北西陸棚域で形成され、季節風により北海道沖まで南下する。海氷形成時にブライン（高塩分水）が排出され、陸棚から中層へと沈み込み、NPIWの起源水であるオホーツク海中層水（OSIW）を形成する。OSIWの特徴は、低温で酸素に富み、陸棚域から直接中層水に輸送される豊富な有機物を含んでいることである。放散虫は生物源オパールの骨格を持つ動物プランクトンで海洋表層から深層まで多様な種が生息している。*Cycladophora davisiana*は、OSIWに多産する放散虫種である。最終氷期に*C. davisiana*は、高緯度外洋域で汎世界的に多産することが知られており、低温で酸素に富む中層水の指標として注目されてきた。本研究ではオホーツク海で採取された海底堆積物試料中（MD01-2414, 53˚11.77’N, 149˚34.80’E, 水深1123 m）の放散虫群集組成に基づき、過去150万年間におけるオホーツク海の水塊構造、特にOSIWの変動を復元することを目的とした。MD01-2414コア試料の23層準の試料を放散虫群集解析に用いた。観察用スライドは、試料の乾燥重量を量り、過酸化水素処理後、>45 μm分画を光硬化樹脂で封入して作成した。放散虫群集解析の結果、以下の知見を得た：（1）放散虫総個体数は、間氷期に増加し氷期に減少し、間氷期では氷期よりも１桁から２桁の差で多かった。；（2）OSIWの指標である*C. davisiana*は、間氷期に増加し氷期に減少する傾向があった。ただし、間氷期のなかで酸素同位体ステージMIS 11と31では*C. davisiana*の産出量が顕著に少なかった。MIS 11と31は特に温暖な間氷期として知られており、当時のOSIW形成が弱化・停滞していたことが示唆された；（3）北太平洋域の放散虫年代指標種が4種出現し（*Amphimelissa setosa*, *Axoprunum aquilonium*, *Lychnocanomma sakaii*, *Spongodiscidae* sp.）、MD01-2414コアの年代を制約できた。（4）生物生産量指標種である放散虫種*Ceratospylis borealis*の産出量は間氷期で多く、氷期で少なかった。

キーワード：放散虫、オホーツク海、中層水、海氷
Keywords: Radiolarian, Okhotsk Sea, Intermediate water, Sea ice

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Silicoflagellate assemblages in the Okhotsk Sea during the interglacial periods

*江頭 一騎[1]、岡崎 裕典[2]、坂本 竜彦[3]
*Kazuki Egashira[1], Yusuke Okazaki[2], Tatsuhiko Sakamoto[3]

1. 九州大学理学部地球惑星科学科、2. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3. 三重大学
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University , 3. Mie University

Silicoflagellate is a phytoplankton with a skeleton of biogenic opal. There are two major genera for modern silicoflagellates: *Dictyocha* mainly dwelling in tropical to temperate regions and *Stephanocha* mainly dwelling in subarctic region. The *Dictyocha*/*Stephanocha* ratio has been used as a paleotemperature proxy. Earth’s climate for the past 800,000 years is characterized by the glacial and interglacial cycles with a frequency of 100,000 years. Oxygen isotope ratios of benthic foraminifera mainly reflect continental ice-sheet volume fluctuations, lighter in the interglacials and heavier in the glacials. This fluctuation is called as Marine Isotope Stage (MIS), odd numbers correspond to interglacials and even numbers correspond to glacials. Among the interglacials, the oxygen isotope ratios were lighter than that of the present: MIS 5e (120,000 years ago), 9 (330,000 years ago), and 11 (400,000 years ago). Pollen assemblages in Lake El’gygytgyn sediment from the Far East Russiat in the Arctic Circle indicates pronounced warming during MIS 11. Because atmospheric carbon dioxide concentrations during the past interglacials were comparable to the preindustrial level, it is important to know the status of warming climate during interglacials. The purpose of this study is to reconstruct sea-surface conditions of the Okhotsk Sea during the past interglacials based on silicoflagellate assemblages preserved in sediments. By comparing silicoflagellate assemblages during MIS 1, 5e, 9 and 11, we test the extent of warming during interglacials. The Okhotsk Sea is a marginal sea of the western North Pacific located south of Lake El’gygytgyn, known as southernmost sea-ice covered area in the Northern Hemisphere. A piston core YK07-12 PC-3B (water depth: 1049 m, core length: 14.09 m). Age model of core YK07-12 PC-3B is established by benthic foraminiferal oxygen isotope stratigraphy and the estimate bottom age is 450,000 years ago. Silicoflagellate assemblage analysis was performed by using sediment samples collected from sedimentary horizons corresponding to MIS 1, 5e, 9, and 11. For each interglacials, three samples from peaks of biogenic opal content, maximum calcium carbonate content and minimum benthic foraminiferal oxygen isotope ratio were picked up, consequently, a total of 12 samples were selected. 100 silicoflagellate specimens were counted for each slide under light microscope. Almost all encountered silicoflagellate species during core YK07-12 PC-3B microscopic observation were belonging to genus *Stephanocha*. During MIS 11, *Stephanocha speculum*(particularly, *S. speculum minuta*) was the most abundant silicoflagellate taxa. Because *Stephanocha speculum*is known as a representative silicoflagellate species in the subarctic Pacific dwelling cold and nutrient rich environments, this result indicates that there is no evidence of significant warming in the Okhotsk Sea during MIS 11. Another abundant silicoflagellate species in core YK07-12 PC-3B was *Stephanocha octangulata*, also known as subarctic taxa. This species was dominant during MIS 1 and 5e. Unique oceanic environments such as seasonal sea-ice coverage and influence of low salinity water originating from the Amur River may have influenced on the silicoflagellate assemblages of core YK07-12 PC-3B.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

氷期大西洋深層循環における風応力および海面熱境界条件の役割
Role of wind stress and sea surface thermal forcing in the formation of the Atlantic meridional overturning circulation at the Last Glacial Maximum

*岡 顕[1]、外川 一記[1]
*Akira Oka[1], Kazuki Togawa[1]

1. 東京大学大気海洋研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

古気候モデル相互比較プロジェクト(PMIP:Paleo climate Model Intercomparison Project)では多くのモデルが地質学的データに反して、最終氷期最盛期(LGM:Last Gracial Maximum)における大西洋子午面循環(AMOC:Atlantic Meridional Overturning Circualtion)は現代に比べて'深く強い'という再現結果を示しており、またモデル間でもAMOCの強度に違いが見られる。先行研究では、LGMの気候においてAMOCの強弱を制御する要素として、南大洋の冷却、北大西洋の冷却、北大西洋の風応力の強化などが挙げられているが、各々のAMOCへの影響の相対的評価はなされていない。本研究ではこれらの影響を相対的評価することを目的とし、PMIP(PMIP2とPMIP3)の風応力と熱境界条件を海洋大循環モデルに与える様々な数値実験を行った。その結果、LGM実験において、南半球の熱境界条件がAMOCの強度に最も影響を及ぼすことと、南半球の冷却は'浅く弱い'AMOCの再現において必要条件であり十分条件でないことが示された。PMIPモデルのLGM実験における風応力と熱境界条件においても同様の傾向が示唆されたことから、多くのPMIPモデルがLGM実験において強いAMOCを示す原因として、LGM実験において南の冷却が不十分なことであり、それには現代実験における南の不十分な冷却とそれに伴う海氷アルベドフィードバックの過小評価などが考えられる。

キーワード：大西洋子午面循環、海洋大循環モデル、最終氷期最大期
Keywords: The Atlantic Meridional Overturning Circulation(AMOC), Ocean General Circulation Model(OGCM), Last Glacial Maximum(LGM)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

複数の古海洋モデルによって駆動した海洋循環モデルで推定されたLGMの黒潮の比較

Comparison of the Kuroshio during LGM simulated by an ocean general circulation model driven by multiple paleoclimate models

*市川 兼匠[1]、楊 海燕[2]、郭 新宇[2]、宮澤 泰正[3]
*Kensho Ichikawa[1], Haiyan Yang[2], Xinyu Guo[2], Yasumasa Miyazawa[3]

1. 愛媛大学 大学院 理工学研究科、2. 愛媛大学沿岸環境科学研究センター、3. 独立行政法人海洋研究開発機構
1. Graduate School of Science and Engineering,Ehime University, 2. Center for Marine Environmental Studies,Ehime University, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

1．はじめに

日本周辺海域を流れる黒潮は日本や東アジアの気候形成に重要な役割を果たしている. 現代では,黒潮そのものは概ね安定的に存在しているが,より長い時間スケールで見れば激変する地球システムの一部であり,現代の安定的な姿も変貌する様子のワンシーンに過ぎない.最終氷期最盛期(LGM)と言われる約2万年前は現代と環境が大きく異なっており,氷床の発達による海水準低下,偏西風の南下,日射量の変化による大気海洋間の熱フラックスの変化が考えられる.そのため,当時の黒潮を推定する際は,上記の3要素を併せて考慮する必要がある.

武藤(2018)では上記の3要素を導入した海洋大循環モデルを用いて,LGM中の黒潮流路や流速を推定した.その結果,黒潮続流の南下と流量の減少が見られた.しかし,武藤(2018)は1つの古気候モデル(IPSL)を用いた計算から得られたものである.過去の黒潮をより高い再現度で推定するためには,より多くの古気候モデルを用いて同様の計算を行い,過去の平均的な黒潮を推定する必要がある.

今回はCNRM,GISS,MIROC,MRIを用いて同様の計算を行い,過去の黒潮の推定を行う.計算を行う前に黒潮の流路に影響を与えると考えられる風応力の渦度とスベルドラップ流量について比較した.

2．海洋大循環モデル

海洋大循環モデルはJAMSTECで開発された北太平洋海洋大循環モデル(Miyazawa et al, 2009)を使用した.モデル領域は,南緯30度から北緯60度,東経100度から西経70度である.解像度は,水平方向に1/4度,鉛直方向にσ座標系で21層である.初期値として年平均水温と年平均塩分を与え,外力として風応力および海表面熱フラックスを与えて駆動している.計算期間は40年間であり,解析には40年目の結果を使用した. 海水準低下は海洋大循環モデル内の水深を変化させることで対応した.LGMの風応力および海表面熱フラックスは,各古気候モデルのデータを使用することで対応した.

3．結果

IPSL,CNRM,GISS,MIROC,MRIの5つの古気候モデルの渦度を比較した結果,先行研究で使用されたIPSLに比べ他の古気候モデルはの位置が北寄りであった.先行研究よりの位置の変化と偏西風のピークの変化がおおよそ一致することが示唆されているため,渦度からIPSLが最も偏西風の南下が見られると考えられる.スベルドラップ流量を比較した結果,北緯24度における太平洋西岸のスベルドラップ流量の値がIPSLで最も低い値となった.渦度とスベルドラップ流量の比較から,IPSLを用いた計算結果が最も黒潮の流路の南下と弱化が見られると考えられる.

発表時には各古気候モデルを用い,推定されるLGMの黒潮について紹介する.

キーワード：最終氷期最盛期、黒潮、古気候モデル
Keywords: Last Glacial Maximum, Kuroshio, paleoclimate models

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The changes of the Kuroshio path in the Northwest Pacific since 35ka

*Haiyan Yang[1], Xinyu Guo[1], Ayako Abe-Ouchi[2], Yasumasa Miyazawa[3], Sergey Varlamov[4], Wing-Le Chan[2]

1. Center for Marine Environmental Studies, Ehime University, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, 3. Research Institute for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. Application Laboratory, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Kuroshio, a strong western boundary current in the subtropical North Pacific, has strong influences on the climate of Japan and East Asia. Global sea level rises and falls when ice sheets and glaciers melt and grow. The Last Glacial Maximum (LGM, 21ka) is the most recent interval in Earth history when global ice sheets reached their maximum integrated volume. The expansion of the ice sheets at the LGM resulted in a sea-level lowering of about 130 m and a cold phase compared to present. Under the circumstance of sea level, Kuroshio did not bifurcate into the Japan Sea and form the Tsushima Current. As the sea level rises, the Tsushima Current flowed into the Japan Sea at about 10ka (Gallagher et al., 2015), and the sea-level reached the present level at 7ka~6ka (Zheng et al., 1994). However, how the Kuroshio and Tsushima Current pathway evolved in the conditions of different sea level and climate remains unclear.

In Okinawa and southern Korea, some archaeologists have found evidences of people drifting on the Kuroshio from Taiwan to northern regions. According to studies by Japanese anthropologists, the first person that set foot on Okinawa probably sailed there on bamboo rafts from Taiwan more than 30,000 years ago. However, this hypothesis needs more evidences because sailing across the Kuroshio is a difficult thing if the Kuroshio 30,000 years ago had the same surface velocity as present. Therefore, clarifying the strength and path of Kuroshio is also helpful to the understanding on human migration.

In this study, we used the model of Japan Coastal Ocean Predictability Experiment (JCOPE) to simulate the changes of the Kuroshio path under the combined influences of sea level, the air-sea heat flux, and wind stresses in five historical regimes (35ka, 30ka, LGM, 6ka, and 0ka). The meteorological and oceanic data are provided by the climate model MIROC4m (Chan et al., 2011) which is a fully coupled atmosphere-ocean general circulation model (AOGCM).

Keywords: Kurosio, Path, Evolution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

沖縄島洞穴遺跡産の淡水棲貝化石および鍾乳石による更新世後期の古気温復元

Temperature reconstruction in the late Pleistocene using fossil terrestrial snails and a stalagmite from an archaeological cave in Okinawa

*浅海 竜司[1]、本堂 陸斗[2]、植村 立[3]、新城 竜一[3]、狩野 彰宏[4]、藤田 祐樹[5]、山崎 真治[6]、高柳 栄子[1]、井龍 康文[1]
*Ryuji Asami[1], Rikuto Hondoh[2], Ryu Uemura[3], Ryuichi Shinjo[3], Akihiro Kano[4], Masaki Fujita[5], Shinji Yamasaki[6], Hideko Takayanagi[1], Yasufumi Iryu[1]

1. 東北大学大学院理学研究科、2. 東北大学理学部、3. 琉球大学理学部、4. 東京大学大学院理学研究科、5. 国立科学博物館、6. 沖縄県立博物館・美術館
1. Graduate School of Science, Tohoku University, 2. Faculty of Science, Tohoku University, 3. Faculty of Science, University of the Ryukyus, 4. School of Science, the University of Tokyo, 5. National Museum of Nature and Science, 6. Okinawa Prefectural Museum and Art Museum

Freshwater snails are useful for a paleoclimate proxy. For example, stable oxygen isotope composition of mollusck’s aragonite shells depends on temperature and oxygen isotope composition of water at the time of their growth. The Ryukyu Island Arc, bounded by the East China Sea to the northwest and by the Pacific Ocean to the southeast, is an important area in climatology because its environment is highly associated with the East Asian monsoon (EAM), typhoon, and the Kuroshio current. However, terrestrial paleoclimate records such as tree rings and stalagmites are little in the Ryukyu Island Arc unlike the East Asia Continent. Meanwhile, Okinawa is widely known as a hotspot in archaeology and a lot of ancient remains and digs have been excavated for recent years. Sakitari Cave, where world’s oldest fishhooks were discovered, is one of the most famous archaeological sites in Okinawa.
In this study, fossil shells of a freshwater snail *Semisulcospira libertina* excavated at Sakitari Cave in Okinawa-jima were investigated. These samples were from two sediment layers dated to 13-16 ka and 23 ka in the cave. We measured stable carbon and oxygen isotope ratios and trace element concentrations at intervals of 1 mm along the growth direction of the snails to reconstruct seasonal temperature variations during the Last Glacial Maximum and the last deglaciation. To estimate paleo-temperature and -oxygen isotope composition of precipitation accurately, we also measured oxygen isotope composition of fluid inclusion water in a stalagmite collected near the archaeological site. Comparing with chemical composition of living *S. libertina* shells collected around the site, estimated annual mean temperature was about 8 ˚C and 6˚C lower at 23 ka and 13-16 ka than at the present. Summer temperature has largely increased from 23 ka to 13-16 ka relative to winter temperature, which is consistent with North Hemisphere insolation changes in summer and winter. Our results indicate that the increase of mean air temperature around Okinawa-jima was larger than that of seawater temperature in the northwestern Pacific Ocean during the last deglaciation. This inconsistency is a significant finding for better understanding of past climate changes associated with the East Asian Monsoon.

キーワード：貝化石、石筍、酸素同位体組成、古気温、沖縄、洞穴遺跡
Keywords: fossil snail, stalagmite, oxygen isotope composition, paleo-temperature, Okinawa, archaeological cave

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

最終退氷期のアラスカ湾における珪質鞭毛藻・渦鞭毛藻と融氷水との関係
Silicoflagellate and *Actiniscus* response to meltwater during the last deglaciation in the Alaska margin

*友川 明日香[1]、岡崎 裕典[1]、小野寺 丈尚太郎[2]、堀川 恵司[3]
*Asuka Tomokawa[1], Yusuke Okazaki[1], Jonaotaro Onodera[2], Keiji Horikawa[3]

1. 九州大学理学部地球惑星科学科、2. 海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター、3. 富山大学大学院理工学研究部(理学)
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, 2. Research and Development Center for Global Change, JAMSTEC, 3. Graduate School of Engineer and Science, University of Toyama

珪質鞭毛藻は、生物源オパール骨格を持つ植物プランクトンであり、その化石群集は生層序や古環境復元に利用されている。現生の珪質鞭毛藻群集は、熱帯から温帯に生息するDictyocha属と亜寒帯から極域に生息するStephanocha属に大別され、その比（Dictyocha/Stephanocha比）が海表面水温と対応していることが知られている。Actiniscus pentateriasは生物源オパール骨格を持つ渦鞭毛藻類の一種で、低塩分水の指標として用いられる。アラスカ湾は、北東太平洋に位置し、西方のアラスカ半島と東方のアレクサンダー諸島の間に挟まれている。その沿岸域の出入りの多いフィヨルドは、最終氷期に北米大陸西部に存在したコルディレラ氷床が残した氷河地形である。本研究では、アラスカ湾堆積物中の珪質鞭毛藻・渦鞭毛藻群集組成とコルディレラ氷床の融氷との関係を解明することを目的とする。2017年夏に学術研究船白鳳丸KH17-3航海においてアラスカ湾で採取されたKH-17 CL14コア（59° 33.350’ N, 144° 09.344’ E、水深695 m）を研究に使用した。CL14コア試料は、最終氷期以降の過去17000年間を記録していることが浮遊性有孔虫殻の放射性炭素年代測定によって示されている。CL14コア試料の層準は、最終退氷期における千年スケールの温暖イベントであるベーリングアレレード（BA, 14600-12900年前）と寒冷イベントであるヤンガードリアス（YD, 12900-11500年前）を完全に含んでおり、本研究では48層準を選び、スライドを作成した。作成したスライドを光学顕微鏡下で観察し、珪質鞭毛藻は1サンプルにつき100個体を同定・計数、渦鞭毛藻のActiniscus pentateriasは試料の乾燥重量当たりの個体数を計数した。出現した珪質鞭毛藻の分類を行い、Dictyocha属7種2亜種とStephanocha属4種を同定した。KH-17 CL14コアにおける珪質鞭毛藻群集組成は、YD以降にDictyocha属（低-中緯度）が全群集の約半数を占めた一方で、BAにStephanocha属（高緯度）の割合が増加し、特にStephanocha speculumが多産した。このことは、CL14コアのDictyocha/Stephanocha比が最終退氷期の温暖/寒冷イベントを単純に反映していないことを示唆している。また、渦鞭毛藻Actiniscus pentateriasの個体数はBA後半とYDの直後にピークを示し、低塩分化を示唆した。この低塩分化は、コルディレラ氷の融氷水による可能性が高い。この解釈は、BA後半とYD直後のActiniscus pentateriasの増加のタイミングが、それぞれ融氷水パルス1Aおよび1Bと一致することと矛盾しない。また、北太平洋高緯度域の生物生産がBAに増加することが報告されている。その理由としてLam et al. (2013) は、融氷水の流入が海洋表層の成層化を発達させることで光環境が改善したという説を唱えている。CL14コアの最も多く産出する珪質鞭毛藻群集種は、BA/YDを境にStephanocha speculum からDictyocha mandraiに移り変わった。現在のアラスカ湾においてStephanocha speculumは、高生物生産指標となることがTakahashi (1989) によって指摘されている。したがって、BAの高いStephanocha属の産出は、コルディレラ氷床の融氷に起因する高い生物生産に伴うものであろう。

キーワード：珪質鞭毛藻、アラスカ湾
Keywords: Silicoflgellate, Gulf of Alaska

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Application of the ramped pyrolysis ^{14}C dating to postglacial sediments from the Alaskan margin, Arctic Ocean

*鈴木 健太[1]、山本 正伸[1,2]、Brad Rosenheim[3]、大森 貴之[4]、Leonid Polyak[5]
*Kenta Suzuki[1], Masanobu Yamamoto[1,2], Brad Rosenheim[3], Takayuki Omori[4], Leonid Polyak[5]

1. 北海道大学大学院環境科学院、2. 北海道大学大学院地球環境科学研究院、3. 南フロリダ大学海洋科学大学、4. 東京大学総合研究博物館、5. オハイオ州立大学バード極地研究所
1. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, 2. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 3. College of Marine Science, University of South Florida, 4. The University Museum, The University of Tokyo, 5. Bard Polar and Climate Research Center, Ohio State University

Radiocarbon dating of biogenic carbonates, such as foraminiferal tests, is commonly used for dating marine sediments up to 50 ka old. However, in carbonate-poor environments, such as typical for polar seas, direct dating of carbonaceous material is difficult, while bulk organic matter (OM) may contain a mixture of carbon with different ages. Rosenheim et al. (2008) developed the ramped pyrolysis ^{14}C dating of the bulk OM based on incremental generation of CO_2 from a range of carbon fractions, from highly reactive to more thermochemically stable. Application of this approach to Southern Ocean sediments showed that ages of highly-reactive, lower temperature fractions were considerably younger than other fractions and the bulk ^{14}C age. In this study, we explore ramped pyrolysis ^{14}C dating in Arctic Ocean sediments from the Alaskan margin to determine if the same relationships hold true.
Samples were taken from two sediment cores collected on the 2005 HOTRAX expedition and comprising Holocene marine and older glaciomarine strata (Darby et al., 2009a). Several ^{14}C ages have been generated on the Holocene biogenic carbonates (Darby et al., 2009b). New samples from both the Holocene and older sediments were pyrolyzed from room temperature to 900 ˚C, and the released, purified CO_2 fractions were sealed in borosilicate glass ampoules at the University of South Florida. Measurement of $\Delta^{14}C$ was conducted at the University of Tokyo.
Pyrolysis followed by oxidation generated three peaks of CO_2 at ~300 ˚C, ~400 ˚C and ~540 ˚C, which were deconvolved into three Gaussian peaks (G1 to G3). These peaks were interpreted to reflect the consecutive degradation of oxygen-containing OM functional groups, cleavage of carbon-carbon bonds, and cleavage of aromatic ring carbon, respectively. In this scenario G1 contains most of the autochthonous carbon from the sediment. We found that the slopes of the G1-G3 ^{14}C ages plotted against temperature of the Gaussian centroid are proportional to the offset between ^{14}C ages of G1 and earlier analyzed biogenic carbonates from the same core levels. Assuming that this relationship is a constant function of the overall measured age spectra, we propose to use it for estimating sediment ages from the ramped pyrolysis ^{14}C data. The estimated G1 age offsets range from 800 to 3,000 years in the Holocene and from 4,000 to possibly as high as 5,000 years in the older glaciomarine sediments.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

浮魚類の個体数指標としての堆積物中環境DNAの利用可能性
Utility of sedimentary environmental DNA for indices of past pelagic fish species populations

*玉井 大道[1]、加 三千宣[2]、土居 秀幸[3]、源 利文[4]
*Hiromichi Tamai[1], Michinobu Kuwae[2], Hideyuki Doi[3], Toshihumi Minamoto[4]

1. 愛媛大学大学院理工学研究科、2. 愛媛大学沿岸環境科学研究センター、3. 兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科、4. 神戸大学大学院人間発達環境学研究科
1. Graduate School of Science and Engineering, Ehime university, 2. Center for Marine Environmental Studies, Ehime university, 3. Graduate School of Simulation Studies, University of Hyogo, 4. Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University

これまで、100年を超える海洋の魚類記録は堆積物記録には堆積物中の魚鱗を用いたイワシ類の記録(Kuwae et al., 2017)や、堆積物中の安定同位体比によるサーモンの記録（Finney et al., 2002）などが報告されているが、多くの有用魚種のうち、わずかな魚種の記録しか報告されていなく、過去の動態が不明である。そのために、ほとんどの有用魚種の個体数が、漁獲量記録が残る20世紀よりも前の時代にどのような長期変動を示し、どのような要因で変動していきたのかについてはほとんど明らかになっていないのが現状である。そこで本研究では、魚類の個体数を知るうえで新たな指標となりうる環境DNAに注目する。本研究は環境DNAが海底堆積物から浮魚類の個体数変動を明らかにする上で有効な指標となりうるかを評価すること、さらに海洋堆積物中に保存される環境DNAのソースを解明することを目的とした。

本研究で用いた海底柱状堆積物試料は、愛媛大学が所有する調査船『いさな』において、大分県別府沖で採取し[M1] た。本研究では、アシュラコアラーを用いて得られた3試料とグラビティーコアラーを用いて得られた4試料、計7試料を用いた。本研究では、堆積物中に魚鱗が多く残るカタクチイワシ（*Engraulis japonicus*）・マイワシ（*Sardinops melanostictus*）と魚鱗がほとんど残らないマアジ（*Trachurus japonicus*）にターゲットを絞った。堆積物中の環境DNAは、定量PCR法を用いて増幅・定量し、単位重量当りのコピー数を復元した。堆積物試料からDNAを抽出した後、DNeasy Powersoil kit（QIAGEN社）を用いて堆積物中の環境DNAを精製した。これをTacMan®定量PCRでDNAを測定し、検量線を用いてDNAのコピー数を定量し、単位乾燥重量当りのコピー数を求めた。得られたDNA濃度と同海域で得られた魚鱗堆積量、日本の漁獲量データを比較し、環境DNAの有効性を検討した。海洋堆積物中の環境DNAのソースがどこに由来するかを解明するため、海洋堆積物中の4つの画分にわけ、土壌、間隙水、魚鱗、骨についてDNA分析を行った。

本研究では、海洋堆積物中から環境DNAの抽出・定量化できた。カタクチイワシ、マイワシ、マアジの3種とも環境DNAと漁獲量との間に正の有意な相関が認められた。またカタクチイワシとマイワシの環境DNA濃度と魚鱗堆積量の比較に関しても有意な正の相関が得られた。以上の結果から環境DNAは過去の魚類動態を反映できる指標のひとつとなる可能性が高い。また、環境DNAは細粒画分の粒子サイズに高濃度で存在することが明らかになった。これは、堆積物中の粘土鉱物にDNA断片が吸着され、電気的に性質が変化した(Stotzky et al., 2000)結果、DNAが分解から免れた可能性が考えられる。

キーワード：環境DNA、堆積物コア、定量PCR、浮魚
Keywords: eDNA, sediment core, Quantitative polymerase chain reaction, pelagic fish

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

過去の海洋魚類群集を復元するための堆積物中魚類起源DNA抽出法の改善に関する研究

Improvements of extraction methods of sedimentary fish-origin DNA for reconstruction of marine fish communities

*倉田 純[1]、玉井 大道[2]、土居 秀幸[3]、源 利文[4]、加 三千宣[5]
*Jun Kurata[1], Hiromichi Tamai[2], Hideyuki Doi[3], Toshihumi Minamoto[4], Michinobu Kuwae[5]

1. 愛媛大学理学部地球科学科、2. 愛媛大学大学院理工学研究科、3. 兵庫県立大学大学大学院シミュレーション学研究科、4. 神戸大学大学院人間発達環境学研究科、5. 愛媛大学沿岸環境科学センター
1. department of earth science, Ehime university, 2. Graduate School of Science and Engineering, Ehime university, 3. Graduate School of Simulation Studies, University of Hyogo, 4. Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University, 5. Center for Marine Environmental Studies, Ehime university

Environmental DNA is DNA fragments derived from body fluids or skin fragments of macro organisms contained in water or soil. It is expected to can be a technology to reveal long-term fish community changes which still remains unknown in the world ocean. However, DNA in the sediments has a low concentration, therefore, it is difficult to detect for a various kind of fish species. The purpose of this research is to elucidate the method that can take sedimentary DNA more efficiently. At this time, we tested five DNA extraction methods including the conventional one together with beads beating time. Quantitative PCA results showed that Power Soil had the best yield in the replications. In addition, DNA extraction of *Truchurus japonicus* figured out a better yield by increasing the amount of sediment sample. There was a significant difference between 10 min. and 30 sec. of beads beating time, it is possible that there is a higher yield with short time beating. Our future works is to test whether DNA yield improves by shortening or eliminating bead beating, effectively removal of PCR inhibitors, and an utility of PCR inhibitor.

キーワード：環境DNA、海洋堆積物
Keywords: Environmental DNA, ocean sediment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東京湾海洋堆積物コアを用いた後期完新世における古水温変動の復元
The paleotemperature reconstruction during the late-Holocene using the sediment core recovered from the Tokyo Bay, Japan

*梶田 展人[1,2,3,4]、原田 尚美[5]、佐藤 都[5]、小川 奈々子[1]、横山 祐典[1,2,4]、沢田 近子[1]、宮入 陽介[1]、宇都宮 正志[3]、鈴木 淳[3]、川幡 穂高[1,2,3]
*Hiroto Kajita[1,2,3,4], Naomi Harada[5], Miyako Sato[5], Nanako Ogawa[1], Yusuke Yokoyama[1,2,4], Chikako Sawada[1], Yosuke Miyairi[1], Masayuki Utsunomiya[3], Atsushi Suzuki[3], Hodaka Kawahata[1,2,3]

1. 東京大学　大気海洋研究所、2. 東京大学大学院　理学系研究科地球惑星科学専攻、3. 産業技術総合研究所　地質調査総合センター　地質情報研究部門　、4. 海洋研究開発機構　生物地球化学研究分野、5. 海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, Japan, 2. Department of Earth and Planetary Science, Graduate school of Science, The University of Tokyo, Japan, 3. Research Institute of Geology and Geoinformation, Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Japan, 4. Department of Biochemistry, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), Japan, 5. Research and Development Center for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), Japan

将来の気候変動による社会への影響が懸念されている現在、完新世の気候変動とその人類文明への影響について明らかにすることは重要である。東京湾周辺は、縄文時代において日本で最大の人口密集地帯であった。また、縄文時代以降においては幾度となく日本史上の大きな転換の舞台となった。中期～後期完新世における東京湾周辺の古環境変遷は、湾岸に分布する貝塚の群衆やサンゴなどの示相化石、歴史文書等に基づいて推定されてきたが、連続的かつ高時間解像度の復元記録はこれまで存在しなかった。

淡青丸KT12-06航海において東京湾から8.99mの海洋堆積物コアを採取した。堆積物コアに含まれていた22個の貝化石のAMS放射性炭素年代測定、および宝永噴火のスコリア層によって高精度の年代モデルを構築した結果、この堆積物コアには過去4500年間の古環境記録が連続的に含まれていることが判明した。生物生産量の指標となる全有機炭素量（TOC）測定、表層水温変動を定量的に復元できるアルケノン不飽和度（$U^{k'}_{37}$）測定、アルケノンを生成する円石藻の群集解析を行った。

TOCの値は、沿岸の開発が始まった1700AD以前は1.3～1.7 wt. %の範囲で安定して推移しており、恒常的な生物生産があったことが示唆された。コアに含まれる円石藻化石のほとんどは*G. oceanica*であり、*G.oceanica*の培養実験で求められた換算式を用いて$U^{k'}_{37}$からアルケノン古水温を計算した。約400 AD～現在のアルケノン水温は20.5℃～22.4℃（平均21.6℃）の範囲で変動した。1700 AD、1420 AD、1280 AD、1010 AD前後が比較的寒冷な時期であり、それぞれ太陽活動が低調であった、Maunder、 Spörer、Wolf、Oort極小期に一致していた。縄文後期～古墳時代に相当する約2500BC～400ADのアルケノン水温は、平均22.6℃と比較的高い水準で推移しており、先行研究における報告と大局的には一致していた。しかし、本研究の連続的かつ高時間解像度の温度復元記録によるとこの時期の表層海水温は数百年スケールで大きく変動（19.5℃～25.3℃）していたことが示唆された。特に520～440BCと2360～2280BCには大規模な寒冷期（それぞれ20.0℃、19.5℃）が認められた。前者は、弥生の小氷期とも呼ばれる500BC前後の寒冷期に相当し、太陽活動の低下に起因するものと考えられる。後者は、一時的なモンスーンの弱化によって全球的に異常な寒冷/乾燥化イベントが報告されている時期であり、東京湾もその影響を受けていた可能性が高いことが示された。縄文中期～弥生初期にかけて、東京湾周辺では水稲栽培が開始されず、狩猟採集をベースとした生活が続いていたが、その背景の一つにはこのような不安定な気候があったかもしれない。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：古気候、東京湾、後期完新世、アルケノン
Keywords: Paleoclimate, the Tokyo Bay, late-Holocene, Alkenone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

樹木年輪セルロースの酸素同位体比による立山の過去400年間の夏季モンスーン復元

Summer monsoon variability over the past 400 years in Tateyama, Japan, as reconstructed from tree-ring oxygen isotope data

*佐野 雅規[1]、森 滉太[1]、對馬 あかね[2]、李 貞[3]、安江 恒[4]、中塚 武[2,3]
*Masaki Sano[1], Kota Mori[1], Akane Tsushima[2], Zhen Li[3], Koh Yasue[4], Takeshi Nakatsuka[2,3]

1. 早稲田大学人間科学学術院、2. 名古屋大学、3. 総合地球環境学研究所、4. 信州大学
1. Faculty of Human Sciences, Waseda University, 2. Nagoya University, 3. Research Institute for Humanity and Nature, 4. Shinshu University

近年、樹木年輪の酸素同位体比による気候変動の復元がアジア各地を対象として進められている。年輪酸素同位体比は、樹木が成長する夏季の水環境（具体的には、相対湿度と降水の酸素同位体比）によって規定されており、それゆえ夏季モンスーンの変遷を過去に遡って精度良く復元できる。本研究では、富山県の立山に自生するキタゴヨウ（*Pinus parviflora* var. *pentaphylla*）から取得した年輪酸素同位体データに基づき、過去400年間にわたって夏季の相対湿度を復元するほか、既存の古気候データと比較することで、夏季モンスーンの時空間変動を把握することを目的とした。

立山の標高1500mにおいて2016～2017年に収集した数十個体のコアサンプルを分析に用いた。最初に、年輪幅の経年変動パターンを個体間で比較して年輪の形成年代を確定させたのち、年輪数が比較的多い5個体を同位体分析用のサンプルとして選別した。次いで、樹軸方向に1mm厚の薄板を作成したうえで、化学処理によってセルロースを抽出した。その後、顕微鏡を用いてセルロース板から年輪を1枚ずつ切り分け、熱分解式の元素分析装置を連結させた同位体比質量分析計で年輪セルロースの酸素同位体比を測定した。

得られた5個体の時系列は、酸素同位体比の経年変動が過去400年間にわたって個体間で良く同調しており、共通の気候因子が同位体比の変動を規定していることが分かった。全ての時系列を統合して得た標準年輪曲線を気象観測データと比較した結果、酸素同位体比は4～6月の相対湿度に対して負の有意な相関を示したほか、成長が旺盛な6月に特に高い相関が認められた。主に梅雨期を含む初夏の相対湿度を反映している立山の年輪酸素同位体比を、同じく夏季の相対湿度を反映している屋久島の年輪データと比較したところ、PDO指数が負（正）の時に両者の相関が上昇（下降）する特徴が検出された。両地点が南北に位置していることから、梅雨期の湿度がPDOの影響を受けて、南北間で同調する時期としない時期に分かれる可能性が示唆された。

キーワード：酸素同位体比、東アジアモンスーン、太平洋十年規模振動
Keywords: Oxygen isotope, East Asian monsoon, Pacific Decadal Oscillation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

珪藻分析を用いて復元された九州西岸池田池（大蛇池）の湖底堆積物中の過去4500年間のイベント性堆積物層

Eventural Layers of anciant disasters during these 4500 years at Lake Ikeda (Lake Daijya), western coast of Kyushu Island presumed by diatom assemblages in lake deposits

*鹿島 薫[1]、箕田 友和[1]、福本 侑[3]、原口 強[2]、山田 和芳[4]
*Kaoru Kashima[1], Tomokazu Mita[1], Yu Fukumoto[3], Tsuyoshi Haraguchi[2], Kazuyoshi Yamada[4]

1. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2. 大阪市立大学大学院理学研究科、3. 立命館大学、4. ふじのくに地球環境史ミュージアム
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, 2. Department of Geosicneces, Graduate School of Science, Osaka City University, 3. Ritsumeikan University, 4. Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka

池田池（大蛇池）は九州西岸、天草半島に位置する、東西南北約200ｍの小規模な沿岸湖沼である。もともとは潟湖であったが、アカホヤ火山灰堆積後、砂州で湖口をふさがれ、淡水湖沼となっている。Woodruff *et.al.*(2014)は、この池田池（大蛇池）において、湖底下1.9-2.1ｍの層準において、元寇時（AD1274, AD1281）の２層の台風堆積物を確認した。しかし、年代を推定できる資料が限られていること、２層の台風堆積物であることの根拠が限られていることなどの問題点も指摘されてきた。ただ、過去の巨大台風の痕跡が、海に面した小規模な湖沼の湖底に記録されていることは、九州西域の災害史を考察する上で極めて重要な手がかりとなる。

そこで、2016年に原口ほかによって、全長22ｍのボーリングコア試料が新たに掘削された。堆積物から得られた炭素14年代測定結果およびアカホヤ火山灰層より、過去約8000年間の堆積物が、湖底下にほぼ連続的に堆積していると推定された。

本研究では、そのうち上位9ｍ、年代として約4500年間における珪藻遺骸群集変動について、2-4ｃｍ間隔で分析を行った。その結果、Woodruff et.al.(2014)の示した元寇時の台風堆積物に加えて、合計5層のイベント性堆積物層を確認したのでここで報告する。

珪藻遺骸群集の特徴は以下のようにまとめられる。
(1)まず、研究を始めるにあたり、湖底表層堆積物を採取し、ゆるやかに水洗ののち、SEMを用いて、堆積物観察を行った。湖底表層には多数の糞粒が堆積しており、それらは珪藻殻の集合からできていた。産出する珪藻は、*Aulacoseira*などの淡水浮遊生種、*Staurosira*など水草などに付着し、湖表面に漂うこともある淡水半浮遊生種であり、その種構成も限られていた。
(2) 池田池では、過去4500年間は、水深の小さい淡水湖沼環境が継続していた。そして*Aulacoseira*などの淡水浮遊生種、*Staurosira*など淡水半浮遊生種が優占して産出した。
(3)しかし、以下の5層準において、珪藻遺骸群集が急変することがわかった。これは、海水の流入などによる湖沼塩分の急変、周辺流域からの土砂流入が推定され、台風による高潮や土砂崩壊などのイベント性堆積物である可能性が高いと判断された。
(4)それぞれのイベント性堆積物の深度とその堆積年代は以下のようにまとめられる。Event 1 (7.26-8.26m): 4200-3800 yBP, Event 2 (4.32-4.40ｍ): 2000 yBP, Event 3 (3.20-3.28m): 1400 yBP, Event 4 (2.64-2.72m): 1000 yBP, Event 5 (1.22-1.90 m): 500-700 yBP.
(5)それぞれのイベントをもたらした要因（巨大台風などの）の決定のためには、他種の分析データの蓄積と、近隣データとの比較検討が必要である。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：珪藻遺骸、台風堆積物、沿岸湖沼、池田池（大蛇池）
Keywords: Diatom Assemblages, Typhoon Deposit, Coastal lake, Lake Ikeda (Lake Daijya)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

完新世における別府湾の半遠洋性泥およびイベント砂の鉱物組成変動
Variability of hemipelagic and event depositions in the Beppu Bay during Holocene

*入野 智久[1]、丸山 亜伊莉[1]、池原 研[2]、山本 正伸[1]、加 三千宣[3]
*Tomohisa Irino[1], Airi Maruyama[1], Ken Ikehara[2], Masanobu Yamamoto[1], Michinobu Kuwae[3]

1. 北海道大学　大学院環境科学院、2. 産業技術総合研究所　地質情報部門、3. 愛媛大学　沿岸環境科学研究センター
1. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, 2. Institute of Geology and Geoinformation, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3. Center for Marine Environmental Studies, Ehime University

The Beppu Bay located in the northeast Kyushu Island, the southwestern Japan receives detrital materials mainly from two drainage systems, the Ohno River and the Oita River. The Ohno River has the head water region at the Mt. Kuju and Mt. Aso, flows eastward combining some tributaries from the south, and then flows northward to the Beppu Bay. Surface geology of the drainage area is roughly divided into two as intermediate to felsic volcanic area covered with andosol in the northeast and Paleozoic to Mesozoic sedimentary rocks covered with brown forest soil in the south. The drainage basin of the Oita River is located in the north of the Ohno River drainage, which is characterized by mafic volcanic rocks in the headwater region. Since the provenance of the Beppu Bay sediments has such geologically contrasted drainage systems, the temporal changes in the provenance for the sediment can be utilize to seek for the interrelationship among the western Pacific paleoceanography, East Asian monsoon, ecological response (fishery, vegetation, land use), and the erosion and sediment supply from hinterland basin. For this purpose, we examined mineral composition of BP09-3 core collected from the center of Beppu Bay as well as sediment from surface soils and river beds using X-ray powder diffraction.

As a result, quartz / feldspars ratio of the Beppu Bay sediment was within the range of surface soils in the drainage of Ohno River and Oita River. Detailed examination of peak shape of feldspar in X-ray diffractogram suggests grain size dependency of feldspar composition. Feldspars in finer materials showed more “mafic” composition suggesting that fine materials are dominantly supplied from Oita River drainage and / or mafic rock is more easily weathered and forms fine materials. We also applied statistical unmixing of mineral assemblage using PARAFAC algorithm on XRD profiles. Statistically distinguished subcomponents could be attributed to biogenic subcomponents, detrital subcomponents from the Ohno and Oita Rivers in hemipelagic mud as well as two detrital subcomponents in event sands with different origin.

Temporal variation of these statistical subcomponents in hemipelagic mud suggests that vegetation and / or land use change in the drainage area affected the relative importance of suspension loads from the Ohno River associated with the increase of detrital flux for the last 3,000 yrs. Composition of event sands also shows a consistent compositional change characterized by the relative increase of contribution from sandy material of the Ohno River bed. Increase in surface erosion in the Ohno River drainage may have been responsible for increases of fine and coarse materials supply and development of the delta at the river mouth.

キーワード：別府湾、堆積物、砕屑物、X線回折法
Keywords: Beppu Bay, Sediment, Detrital component, X-ray diffraction analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

別府湾堆積物に保存された葉理の組成と年縞としての可能性
The composition of laminae in the sediment of Beppu-Bay and potential as annual laminations

*鈴木 克明[1]、加 三千宣[2]、新井 和乃[3]、池原 研[4]、村山 雅史[3]
*Yoshiaki Suzuki[1], Michinobu Kuwae[2], Kazuno Arai[3], Ken Ikehara[4], Masafumi MURAYAMA[3]

1. 早稲田大学、2. 愛媛大学、3. 高知大学、4. 産業技術総合研究所
1. Waseda University, 2. Ehime University, 3. Kochi University, 4. AIST

大分県別府湾の堆積物は、とくに水深60m以深の最奥部は半遠洋性軟泥で構成され、その中にイベント的に堆積したと思われる砕屑物層（イベント層）が多数存在する。こうしたイベント層は周辺地域で観測・歴史的に多発している洪水、地震、噴火等の災害を記録している可能性が高い(Kuwae et al., 2013, Yamada et al., 2017)。本研究では、とくに厚さ1cm以下のマイナーイベント層の成因を観測記録との比較に基づいて明らかにするために、2017年6月に別府湾の４地点から採取した表層 堆積物（長さは最長で約1.2m）を用いて、高解像度年代モデルの構築と観測記録との対比を試みた。

採取した表層堆積物は、高知大学海洋コア総合研究センターにてCTスキャン、半割、断面画像撮影を行った後、蛍光X線マイクロスキャナITRAXを用いた高解像度元素組成分析を行った。また年代決定のため、放射性Pb, Csの濃度変化を4cm間隔で測定した。

別府湾の最奥部、水深60m以深の堆積物には明瞭な葉理構造が見られた。これらの葉理は複数のコア間でそのパターンが対比可能である。一方で別府湾の水深50m以浅では、より粗粒な構成要素が多くなり、葉理構造はほどんど見られなかった。ITRAXの分析結果およびその因子分析から、葉理は砕屑物の含有量変化によるものであることがわかった。またその他にも砕屑物含有量がスパイク的に増加し、かつ砕屑物組成が異なる層準が多数みられた。これらの層準の一部は明灰色ないし赤褐色の砕屑物に富んだ薄層、すなわちマイナーイベント層として肉眼でも確認でき、砕屑物が通常時と異なる供給源から大量に流入したことを示唆している。

放射性Pb, Csの測定結果は、先行研究で知られている豊後水道地震起源と考えられるイベント層Ev-1a（Kuwae et al., 2013）と概ね矛盾しない年代値が得られた。また葉理の計数を行ったところ、葉理の保存が悪い区間に関しては葉理の平均厚さ6~7mmを内挿すれば、葉理の累積枚数がPb, Csから得られた年代と矛盾しないことがわかった。このことから、別府湾最奥部の葉理は季節毎に異なる物質が流入し、擾乱なく保存されることで形成される年縞堆積物である可能性が高い。もし葉理が年縞であるなら、表層堆積物に年単位の高解像度な年代目盛を挿入でき、堆積物と観測記録の詳細対比が行える。

キーワード：別府湾、年縞
Keywords: Beppu Bay, annual lamination

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海洋大循環モデルによるPa/Thの全球シミュレーション
Simulation of global distribution of Pa/Th using an ocean general circulation model

*佐々木 雄亮[1]、岡 顕[1]
*Yusuke Sasaki[1], Akira Oka[1]

1. 東京大学大気海洋研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

堆積物中の231Pa/230Th比は、氷期における海洋循環の強さを推定するプロキシデータの一つとして知られる。しかし、海水中の 231Pa,230Th の分布に関する観測データは少なく、その全球分布を決める過程の理解は不十分である。また、いくつかのモデル研究も行われてきたが、それらは観測データを十分に再現しているとはいえない。そこで本研究は、近年GEOTRACESなどの計画により海洋中の231Pa、230Th溶存態分布が豊富になってきたことを踏まえ、観測に則する分布を海洋大循環モデルで再現することを第一の目標とした。具体的には、231Pa,230Th が海洋中の沈降粒子によって除去される過程を再現した先行研究 (Siddall et al., 2005) のモデルを元に、近年提示された海底の懸濁層における粒子除去過程 (bottom scavenging; Okubo et al., 2012; Roy-Barman, 2009) や、沈降除去強度の粒子濃度依存性 (Henderson et al., 1999) を導入することで、観測の分布をよく再現するためのモデル改良を行った。また本研究では、また、最も観測に則した実験結果(Control実験)について、分布を形成する要因を、鉛直一次元過程、海洋の移流・拡散、bottom scavengingの三つに切り分けるための追加実験を実施した。そして、その結果を解析することで、それらの過程が堆積物中の231Pa/230Th比の全球分布に与える影響を明らかにした。

モデルの改良・パラメタ調整の結果、GEOTRACESで観測された 231Pa,230Th の溶存態の分布を現実的に再現することができた。bottom scavengingを考慮したことにより先行研究(Rempfer et al., 2017) でも示唆されるように、231Pa,230Th ともに深層の分布が改善されることが確認できた。bottom scavenging を考慮することで231Paに関しては現実的な溶存態分布が再現できた一方で、230Th の溶存態の分布はbottom scavenging の考慮だけでは十分に観測を再現できなかった。そこで230Th の溶存態の分布を再現する為、Siddall et al. (2005) で示された粒子除去強度のパラメタの値を再調整するとともに、Henderson et al. (1999) にならい、沈降除去強度の海洋中の粒子濃度依存性を考慮した実験を行った。その結果、230Th の溶存態の分布に関してもより現実的に再現することができた。

次に、観測を最もよく再現した数値実験(Control実験)について、堆積物中の 231Pa/230Th 比の全球分布を決める過程を議論した。解析の結果、その比を決める過程は、231Pa と 230Th　にかかる移流・拡散の寄与の違いにより大部分が説明できることを確認した。これは、移流の 231Pa のみへの影響を抽出した実験においても、231Pa/230Th 比の分布を概ね再現できたことから判断できる。一方、bottom scavenging は231Pa に対するこの移流・拡散の効果を抑制する方向にはたらき、231Pa/230Th 比の海域間の勾配を弱めることが分かった。さらに、231Pa と比較すると寄与は小さいが、移流・拡散は 230Th の分布形成に対してもはたらき、231Pa に対する移流・拡散の寄与で生じる 231Pa/230Th 比の勾配を弱める方向にはたらくことがわかった。

本研究では、現代の海洋物理場を用いたモデル実験において、分配平衡定数に依存する鉛直一次元的な過程、移流・拡散の過程、bottom scavengingの過程の三つに切り分け、それぞれの過程が堆積物中の231Pa/230Th比の全球分布に与える影響について評価を行うことができた。今後、氷期海洋について同様の実験を行うことで、氷期の大西洋子午面循環の強度を推定するプロキシデータとしての堆積物中の231Pa/230Th比に関する理解が深められると考えられる。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：231Pa/230Th比、海洋循環指標、bottom scavenging、海洋大循環モデル
Keywords: 231Pa/230Th ratio, proxy of ocean circulation, bottom scavenging, ocean general circulation model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

古水温復元のための北太平洋珪質鞭毛藻データセット構築と堆積物コアへの応用

Construction of modern silicoflagellate assemblage dataset in the North Pacific for paleo sea-surface temperature and its application for sediment cores

*岡崎 裕典[1]、西園 史彬[1]、谷崎 恭平[1]
*Yusuke Okazaki[1], fumiaki nishizono[1], Tanizaki Kyohei[1]

1. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University

珪質鞭毛藻は、生物源オパールの骨格を持つ海生植物プランクトンである。現生の珪質鞭毛藻は、主に低・中緯度に生息する*Dictyocha*属と、主に中・高緯度域に生息する*Stephanocha*属の２属に大別され、２属の比を取ることで定性的な温度指標になることが知られている。モダンアナログ法は、現生群集データセット（表層堆積物試料中の珪質鞭毛藻群集組成と現場の水温との関係）と化石データセットを基に定量的復元を行う手法である。Poelchau (1976) は、北太平洋の広域における表層堆積物試料中の珪質鞭毛藻群集組成を明らかにし、このデータは現生群集データセットの主要部分となり得る。本研究ではモダンアナログ法に用いる現生群集データセットに北西太平洋域のデータを追加し、新たな現生群集データセットを構築し、堆積物コアに適用することを目的とした。本研究で用いたモダンアナログ法には (1) 表層（＝現世）データセット、(2) 化石データセット、(3) 表層データセットに対応する現世気候のデータセットの３点が必要となる。(1) 表層データセットについては、Poelchau (1976) による96地点のデータに加え、日本周辺海域から採取された表層堆積物78サンプルのデータを追加した。各表層堆積物試料につき100殻の珪質鞭毛藻個体を同定・計数し、Poelchau (1976) のデータに合わせ3属7種に分類し表層データセットを構築した。(2) 化石データセットは日本海若狭湾で採取されたKR15-10 PC05コアと、東シナ海男女海盆で採取されたKY07-04 PC01コアを用いた。いずれの試料も最終氷期以降の珪質鞭毛藻群集組成データが得られている。(3) 表層データセットに対応する現世気候のデータセットはWorld Ocean Atlas（NOAA, 2016）で公開されている1955年 - 2012年の年平均表層水温の0.25度グリッドのデータを用いた。各表層堆積物サイトに最も近傍の点における水深0 mの水温データを用いた。モダンアナログ法は花粉群集用に開発されたPolygon 2.4.4を使用した（中川, 2008）。日本海若狭沖コアについては、最終氷期の低水温と完新世の高水温を復元でき、最終退氷期に12 ka -14.5 kaに持続的な水温上昇がみられた。東シナ海男女海盆コアの古水温復元結果は、最終氷期（10-15˚C）から完新世（20-25˚C）までを示し、最終退氷期に大きな変動があった。KY07-04 PC01コアでは、浮遊性有孔虫殻のMg/Ca比（20-25˚Cの変動幅）と有機化合物TEX86（7-20˚Cの変動幅）を用いた古水温復元の先行研究がある (Kubota et al., 2010; Nakanishi et al., 2012) 。本研究の古水温復元値は2つの先行研究の中間値を示したが、変動パターン、特に最終退氷期の変動は2つの先行研究とは異なるものであった。

キーワード：珪質鞭毛藻、モダンアナログ法、古水温、最終氷期、日本海、東シナ海
Keywords: Silicoflagellate, Modern analog technique, paleo temperature, Last glaciation, Japan Sea, East China Sea

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

有明海堆積物中のマイクロプラスチック含量
Microplastics in surface sediments of the Ariake Bay

園田 拓希[1]、*岡崎 裕典[1]、磯辺 篤彦[2]
Hiroki Sonoda[1], *Yusuke Okazaki[1], Atsuhiko Isobe[2]

1. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2. 九州大学応用力学研究所
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University, 2. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University

マイクロプラスチックは、5 mm以下のプラスチック片のことを指す。日本周辺海域でのマイクロプラスチック浮遊数は、世界の海洋の平均値を大きく上回っており、マイクロプラスチック汚染が懸念されている。マイクロプラスチックは最終的に海岸や海底に堆積して海洋から除去されるが、その沈降・堆積過程はよくわかっていない。そこで本研究は、有明海熊本沖の堆積物中におけるマイクロプラスチックの含量を明らかにすることを目的とした。有明海熊本沖の11測点で2016年12月にエクマンバージを使って採取した表層堆積物試料を使用した。熊本市街地の北と南にはそれぞれ白川と緑川が流れ、有明海に注いでいる。白川河口の1測点と緑川河口の2測点においても表層堆積物試料を直接チャック付きプリ袋に採取した。堆積物試料を凍結乾燥させ、50 g を目安に乾燥重量を秤量した。乾燥試料を目合い63 μmの篩に載せ、水道水で細粒の粒子を洗い流したのち、300 mLのガラスビーカーに移した。ビーカー内の試料を水道水で攪拌し、浮遊した残渣と沈殿した残渣をそれぞれ別々のろ紙に回収した。ろ紙に回収した浮遊残渣試料を、再度ビーカーに移し、1N塩酸20 mLと10% 過酸化水素水20 mLを加え、天板温度200˚Cのホットプレートで1時間加熱した。反応終了後にElix水を加え、ナイロン製プランクトンネット生地（目合い63 μm）を使って作成した簡易篩を通し、Elix水でよく洗い酸抜きを行った。簡易篩上の残渣をろ紙に回収し、40˚Cの定温乾燥器で一晩乾燥させた。 乾燥させた試料は、筆を使って薬包紙に移しガラスバイアルに回収した。実体顕微鏡下で目合い300 μmと150 μmの篩にかけた試料からプラスチックの可能性がある粒子を拾い出した。拾い出した粒子がマイクロプラスチックかどうかはフーリエ変換赤外分光法（FT-IR）により判定した。フーリエ変換赤外分光計 (FT-IR alpha; Bruker Optics K.K., Tokyo, Japan) を使用し、データベース上の標準物質とスペクトル比較を行い、ヒットクオリティが400以上のものをマイクロプラスチックと判定した。なお、堆積物試料の測定に先立ち、凍結乾燥および天板温度200˚Cのホットプレート上での加熱はFT-IRによるプラスチックの同定の支障とならないことを確認している。測定の結果、有明海熊本沖の11測点において合計18個、河口の3測点において合計8個のマイクロプラスチックを検出した。検出したマイクロプラスチックの種類はPPやPE（特に高密度PE）が主で、エチレン・酢酸ビニル共重合樹脂（EVA樹脂）も見つかった。有明海熊本沖堆積物試料中のマイクロプラスチックはほぼ一様に分布しており、沿岸や河口域からの距離との明瞭な関係は見られなかった。有明海熊本沖11測点におけるマイクロプラスチック含有量（堆積物乾燥重量1 kgあたりのマイクロプラスチック個数）の平均値は、29 pieces kg^{-1}であり、東京湾運河部のマイクロプラスチック含有量（約8000 pieces kg^{-1}）よりも顕著に少なかった。有明海熊本沖（120 km^2）のマイクロプラスチックの堆積量を概算したところ、5×10^9から2×10^{10}個 yr^{-1}と見積もられた。このことは比重が1よりも小さなマイクロプラスチックが比較的速やかに堆積物に除去されていることを示した。

キーワード：マイクロプラスチック、海底堆積物、有明海
Keywords: Microplastics, Marine sediments, Ariake Bay

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_41

[M-IS19] 古気候・古海洋変動

コンビーナ:岡崎 裕典(九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)、岡 顕(東京大学大気海洋研究所)、加 三千宣(愛媛大学沿岸環境科学研究センター)、長谷川 精(高知大学理工学部)

本セッションは、陸と海の両方から復元される古環境情報とモデル研究の統合を目指し、数年からテクトニクスが関わる時間スケールまでの古環境変動やイベントに関わる研究を取り扱う。陸域・海域、時代、手法を問わず幅広い内容の発表を歓迎し、中・長期の気候・環境変動に関連する幅広い研究分野との一層の連携促進を目指している。 通常の講演に加えて、現在・未来の気候と地球環境変動をPaleo視点から俯瞰する特別企画を設け、今後の古気候・古海洋研究の方向性を考えていきたい。研究分野の垣根を超え、連合大会ならではの活発な交流の場となることを期待する。

[MIS19-P01] 氷室地球と温室地球の遷移期における地球軌道要素が表層環境に与えた影響

*池田 昌之[1] (1.静岡大学)

[MIS19-P02] 中国四川盆地白亜系陸成堆積物の後背地化学風化度と古気候の解析

*張 天逸[1]、萬谷 英暉[1]、太田 亨[1]、李 罡[2] (1.早稲田大学、2.南京地質古生物研究所)

[MIS19-P03] 米国グリーンリバー層に見られる湖成チャートの堆積リズムと湖生物生産との関係性

*隈 隆成[1]、長谷川 精[2]、山本 鋼志[1]、吉田 英一[1]、池田 昌之[3]、勝田 長貴[4]、Whiteside J.[5] (1.名古屋大学、2.高知大学、3.静岡大学、4.岐阜大学、5.Southampton大学)

[MIS19-P04] 秋田県矢島地域の中部中新統女川層にみられる堆積サイクルの抽出とサイクル層序

*吉岡 純平[1]、多田 隆治[1,3]、松崎 賢史[2]、多田 賢弘[1]、佐久間 杏樹[1]、梅宮 悠輔[1]、黒川 駿介 (1.東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、2.東京大学大気海洋研究所海洋底科学部門、3.雲南大学)

[MIS19-P05] 鮮新統安房層群安野層の古地磁気ー酸素同位体複合年代層序

*羽田 裕貴[1]、岡田 誠[1] (1.茨城大学理学部)

[MIS19-P06] 南シナ海北部, IODP Site U1499における鮮新世～更新世の浮遊性有孔虫群集と古海洋

*北村 美月[1]、古澤 明輝[1]、林 広樹[1] (1.島根大学)

[MIS19-P07] 房総半島南端に分布する鮮新ー更新統千倉層群における浮遊性有孔虫化石群集を用いた水塊構造変動の復元

*岡田 誠[1]、長谷川 大輔[2] (1.茨城大学理学部理学科、2.茨城大学大学院理工学研究科)

[MIS19-P08] Centennial-scale bioproductivity changes during the earliest Middle-Pleistocene

*藤井 和香[1]、兵頭 政幸[1]、加藤 茂弘[2]、宮入 陽介[3]、山口 夢香[1]、横山 祐典[3] (1.神戸大学、2.兵庫県立人と自然の博物館、3.東京大学)

[MIS19-P09] 新しい古海洋プロキシの開発に向けた海綿骨針酸素同位体比分析

*若木 仁美[1]、井尻 暁[2]、池原 実[1]、Sangmin Hyun[3] (1.高知大学海洋コア総合研究センター、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、3.Korea Institute of Ocean Science & Technology)

[MIS19-P10] 人工知能を活用した微化石の自動分類・ピッキング装置

*板木 拓也[1]、平 陽介[2]、鍬守 直樹[2]、前林 利典[3]、竹島 哲[4]、戸谷 健二[4] (1.産業技術総合研究所、2.日本電気（株）、3.（株）マイクロサポート、4.三谷商事（株）)

[MIS19-P11] Towards reconstructing environmental conditions related to Australian Great Barrier Reef initiation

*オブラクタ スティーブン[1]、三輪 亘[1]、白井 厚太郎[2]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2]、ウェブスター ジョーディー[2,3]、ハイン アルバート[4] (1.秋田大学大学院国際資源学研究科、2.東京大学海洋研究所、3.シドニー大学、4.南フロリダ大学)

[MIS19-P12] An 8,000-year climate record from Lake Motosu, Japan: Implications for the East Asian Monsoon

マクドナルド セーラ[3]、タイラー ジョナサン[3]、*オブラクタ スティーブン[1]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2]、太田 耕輔[2] (1.秋田大学大学院国際資源学研究科、2.東京大学大気海洋研究所、3.アーデレード大学地球科学部)

[MIS19-P13] 後期更新世におけるモンゴル北部の環境変動復元：ダラハド盆地湖成層の化学分析

大野 優美子[1]、内藤 さゆり[1]、*勝田 長貴[1]、村上 拓馬[3]、落合 伸也[2]、長谷部 徳子[2]、川上 紳一[4] (1.岐阜大学教育学部、2.金沢大学環日本海域環境研究センター、3.公益財団法人北海道科学技術総合振興センター幌延地圏環境研究所、4.岐阜聖徳学園大学教育学部)

[MIS19-P14] モンゴル南西部オログ湖堆積物から復元される最終氷期～完新世の古環境変動とホモ・サピエンス定着との関係性

*長谷川 精[1]、野間 七瀬[1]、勝田 長貴[2]、村山 雅史[3]、田村 亨[4]、出穂 雅実[5]、イチノロフ N.[6]、ダワドルジ D.[7]、長谷部 徳子[8]、笹岡 美穂[9]、岩井 雅夫[9] (1.高知大学理工学部、2.岐阜大学教育学部、3.高知大学農林海洋学部、4.産業総合研究所地質情報研究部門、5.首都大学東京人文社会学部、6.モンゴル科学アカデミー、7.モンゴル国立大学、8.金沢大学環日本海域環境研究センター、9.高知大学海洋コア総合研究センター)

[MIS19-P15] 堆積コア中の放散虫化石群集を用いた過去150万年間のオホーツク海水塊構造復元

*坂本 龍哉[1]、岡崎 裕典[1] (1.九州大学 理学部 地球惑星科学科)

[MIS19-P16] Silicoflagellate assemblages in the Okhotsk Sea during the interglacial periods

*江頭 一騎[1]、岡崎 裕典[2]、坂本 竜彦[3] (1.九州大学理学部地球惑星科学科、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3.三重大学)

[MIS19-P17] 氷期大西洋深層循環における風応力および海面熱境界条件の役割

*岡 顕[1]、外川 一記[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[MIS19-P18] 複数の古海洋モデルによって駆動した海洋循環モデルで推定されたLGMの黒潮の比較

*市川 兼匠[1]、楊 海燕[2]、郭 新宇[2]、宮澤 泰正[3] (1.愛媛大学 大学院 理工学研究科、2.愛媛大学沿岸環境科学研究センター、3.独立行政法人海洋研究開発機構)

[MIS19-P19] The changes of the Kuroshio path in the Northwest Pacific since 35ka

*Haiyan Yang[1]、Xinyu Guo[1]、Ayako Abe-Ouchi[2]、Yasumasa Miyazawa[3]、Sergey Varlamov[4]、Wing-Le Chan[2] (1.Center for Marine Environmental Studies, Ehime University、2.Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo、3.Research Institute for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology、4.Application Laboratory, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

[MIS19-P20] 沖縄島洞穴遺跡産の淡水棲貝化石および鍾乳石による更新世後期の古気温復元

*浅海 竜司[1]、本堂 陸斗[2]、植村 立[3]、新城 竜一[3]、狩野 彰宏[4]、藤田 祐樹[5]、山崎 真治[6]、高柳 栄子[1]、井龍 康文[1] (1.東北大学大学院理学研究科、2.東北大学理学部、3.琉球大学理学部、4.東京大学大学院理学研究科、5.国立科学博物館、6.沖縄県立博物館・美術館)

[MIS19-P21] 最終退氷期のアラスカ湾における珪質鞭毛藻・渦鞭毛藻と融氷水との関係

*友川 明日香[1]、岡崎 裕典[1]、小野寺 丈尚太郎[2]、堀川 恵司[3] (1.九州大学理学部地球惑星科学科、2.海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター、3.富山大学大学院理工学研究部(理学))

[MIS19-P22] Application of the ramped pyrolysis ^{14}C dating to postglacial sediments from the Alaskan margin, Arctic Ocean

*鈴木 健太[1]、山本 正伸[1,2]、Brad Rosenheim[3]、大森 貴之[4]、Leonid Polyak[5] (1.北海道大学大学院環境科学院、2.北海道大学大学院地球環境科学研究院、3.南フロリダ大学海洋科学大学、4.東京大学総合研究博物館、5.オハイオ州立大学バード極地研究所)

[MIS19-P23] 浮魚類の個体数指標としての堆積物中環境DNAの利用可能性

*玉井 大道[1]、加 三千宣[2]、土居 秀幸[3]、源 利文[4] (1.愛媛大学大学院理工学研究科、2.愛媛大学沿岸環境科学研究センター、3.兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科、4.神戸大学大学院人間発達環境学研究科)

[MIS19-P24] 過去の海洋魚類群集を復元するための堆積物中魚類起源DNA抽出法の改善に関する研究

*倉田 純[1]、玉井 大道[2]、土居 秀幸[3]、源 利文[4]、加 三千宣[5] (1.愛媛大学理学部地球科学科、2.愛媛大学大学院理工学研究科、3.兵庫県立大学大学大学院シミュレーション学研究科、4.神戸大学大学院人間発達環境学研究科、5.愛媛大学沿岸環境科学センター)

[MIS19-P25] 東京湾海洋堆積物コアを用いた後期完新世における古水温変動の復元

*梶田 展人[1,2,3,4]、原田 尚美[5]、佐藤 都[5]、小川 奈々子[1]、横山 祐典[1,2,4]、沢田 近子[1]、宮入 陽介[1]、宇都宮 正志[3]、鈴木 淳[3]、川幡 穂高[1,2,3] (1.東京大学　大気海洋研究所、2.東京大学大学院　理学系研究科地球惑星科学専攻、3.産業技術総合研究所　地質調査総合センター　地質情報研究部門　、4.海洋研究開発機構　生物地球化学研究分野、5.海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター)

[MIS19-P26] 樹木年輪セルロースの酸素同位体比による立山の過去400年間の夏季モンスーン復元

*佐野 雅規[1]、森 滉太[1]、對馬 あかね[2]、李 貞[3]、安江 恒[4]、中塚 武[2,3] (1.早稲田大学人間科学学術院、2.名古屋大学、3.総合地球環境学研究所、4.信州大学)

[MIS19-P27] 珪藻分析を用いて復元された九州西岸池田池（大蛇池）の湖底堆積物中の過去4500年間のイベント性堆積物層

*鹿島 薫[1]、箕田 友和[1]、福本 侑[3]、原口 強[2]、山田 和芳[4] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.大阪市立大学大学院理学研究科、3.立命館大学、4.ふじのくに地球環境史ミュージアム)

[MIS19-P28] 完新世における別府湾の半遠洋性泥およびイベント砂の鉱物組成変動

*入野 智久[1]、丸山 亜伊莉[1]、池原 研[2]、山本 正伸[1]、加 三千宣[3] (1.北海道大学　大学院環境科学院、2.産業技術総合研究所　地質情報部門、3.愛媛大学　沿岸環境科学研究センター)

[MIS19-P29] 別府湾堆積物に保存された葉理の組成と年縞としての可能性

*鈴木 克明[1]、加 三千宣[2]、新井 和乃[3]、池原 研[4]、村山 雅史[3] (1.早稲田大学、2.愛媛大学、3.高知大学、4.産業技術総合研究所)

[MIS19-P30] 海洋大循環モデルによるPa/Thの全球シミュレーション

*佐々木 雄亮[1]、岡 顕[1] (1.東京大学大気海洋研究所)

[MIS19-P31] 古水温復元のための北太平洋珪質鞭毛藻データセット構築と堆積物コアへの応用

*岡崎 裕典[1]、西園 史彬[1]、谷崎 恭平[1] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門)

[MIS19-P32] 有明海堆積物中のマイクロプラスチック含量

園田 拓希[1]、*岡崎 裕典[1]、磯辺 篤彦[2] (1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.九州大学応用力学研究所)

氷室地球と温室地球の遷移期における地球軌道要素が表層環境に与えた影響

Orbital-scale changes in redox condition and biogenic silica/detrital fluxes of the Jurassic Radiolarite: Possible link with glaciation?

*池田 昌之[1]
*Masayuki Ikeda[1]

1. 静岡大学
1. Shizuoka University

Orbital forcing has been shown to be a fundamental driver of climate change through both icehouse and greenhouse periods. To reveal the impact of orbital-forcing on the oceanic environment through a greenhouse-icehouse transition, we established ~ 4 Myr-long cyclostratigraphy of the Bajocian-Callovian (Middle Jurassic; ~ 160 Ma) Basal Radiolarites at the Torre De Busi and Corre Di Sogno sections in the Lombardian Basin, N-Italy. Stratigraphic changes in chertabundance (chert/shale thickness ratio) and color (darkness) of Radiolarites show hierarchal periodicities of 8 cm, 16 cm, 40 cm, 160 cm, and ~ 4 m, corresponding to ~ 20 kyr, 40 kyr, 100 kyr, 400 kyr, and ~ 1 Myr cycles based on the biostratigraphic age model. Black cherts in intervals with high chert abundance might reflect oxygen-depleted conditions due to orbital-scale high productivity. On the other hand, black cherts in intervals with low chert abundance (high detrital input) might reflect oxygen-depleted conditions, probably due to orbital-scale sea-level drop and stratification. On 40 kyr and 100 kyr cycles, the anoxic condition occurred in low chert abundance intervals across ~ 8 m above (~ 2 Myr after) the base of the Radiolarites. These results imply that the formation of the restricted basin resulted from tectonic and/or eustatic sea-level drop, which is consistent with increased black chert deposition and redox-sensitive elements abundances (Mo/TOC, Mo/U). Their out-of-phase relationships on the 405 kyr cycle throughout the sequence (~ 4 Myr-long) with increasing amplitude above −8 M level would be caused possibly by tectonic activity, or more likely by glacio-eustatic sea-level changes reported from sequence stratigraphy, similar to those of the Oligocene to Pliocene glacial cycles, but probably with less amplitude.

キーワード：氷室地球、温室地球、軌道周期
Keywords: icehouse, greenhouse, orbital cycle

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

中国四川盆地白亜系陸成堆積物の後背地化学風化度と古気候の解析
Evaluation of hinterland weathering and paleoclimate of the Cretaceous strata in the Sichuan basin, central China

*張 天逸[1]、萬谷 英暉[1]、太田 亨[1]、李 罡[2]
*Tenichi Cho[1], Hideaki Mantani[1], Tohru Ohta[1], Gang Li[2]

1. 早稲田大学、2. 南京地質古生物研究所
1. Waseda University, 2. Nanjing Institute of Geology and Paleontology

Reconstruction of paleoclimate during the Cretaceous Period is important for the understanding of the Earth system operating during the greenhouse conditions. However, information of paleoclimate from continental inland-basins is scarce compared to continental margin marine-basins. This situation is also true in the Asian continent; Cretaceous ecosystem and paleoclimate data are accumulating in the Pacific side, while those of the Asian continental side is lacking. Paleoclimate conditions in Asian inland basins are considered to be equally important in order to elucidate the land-ocean climate system operated during the Cretaceous. In this regard, the present study investigates the geochemistry and clay mineralogy of the Cretaceous mudstones distributed in the Sichuan basin, central China, for the aim of paleoclimate evaluation. The depositional age of studied strata ranges from Berriasian to Maastrichtian. Sediments are mostly fluvial to lacustrine origin, however recently, a broad distribution of aeolian dune sandstones was identified from the Cenomanian to Turonian interval (Li et al., 2016). Before discussing hinterland weathering and paleoclimate, the effect of diagenesis was evaluated, which can alter the geochemical signatures of paleoclimate. The illite crystallinity index indicates that diagenetic effect was moderately high for the analyzed mudstones, and the degree of diagenesis has a high correlation with CaCO3 abundance. Accordingly, CaO wt% abundances are mostly of post-depositional carbonate origin, and thus, CaO derived from carbonates was subtracted from the following discussion of hinterland weathering evaluation. Geochemical weathering indices (e.g., W value) demonstrate a significant increase in hinterland paleoweathering from Berriasian (W=70) to Cenomanian-Turonian (W=95), and then slightly decrease towards the Maastrichtian (W=80). This fluctuation pattern of the weathering indices is concordant with the Cretaceous paleotemperature estimates (e.g., O’ Brien et al., 2017). Therefore, the present result suggests that the hinterland paleoweathering rate in the Sichuan basin was governed by the global temperature changes. The weathering index reached the maximum value of 95 in Cenomanian-Turonian stages. Furthermore, sediments of Cenomanian-Turonian horizons contained abundant kaolinite mineral, which is a product of hydrolysis decomposition of rock-forming minerals. Both lines of evidence suggest that the Sichuan basin was under the tropical and pluvious climate during the Cenomanian-Turonian. However, as mentioned before, the previous study identified aeolian sand dunes from the Cenomanian-Turonian strata. Note that Li et al. (2016) elucidated an arid climate from amalgamated sandstone facies, while the present pluvious climate interpretation is derived from the analysis of intervening piled mudstone facies. When these geological evidences are integrated together, it is reasonable to suggest the development of an alternating pluvious and arid paleoclimate during the Cenomanian-Turonian. The nature and trigger of this extremely oscillating pluvious/arid climate cannot be deduced solely from the present study. However, the timing of this renewed climate system matches with the Cretaceous greenhouse optimum (Cenomanian-Turonian). The development of monsoon-like pluvious/arid paleoclimate in the Sichuan basin is possibly related to the mid-Cretaceous re-configuration in the global climate system.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：白亜紀、大陸風化、河川堆積物、砂漠堆積物、XRF、W値
Keywords: Cretaceous, Continental weathering, Alluval deposits, Desert deposits, XRF, W index

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

米国グリーンリバー層に見られる湖成チャートの堆積リズムと湖生物生産との関係性

Productivity-induced lacustrine bedded chert formation in the Eocene Green River Formation

*隈 隆成[1]、長谷川 精[2]、山本 鋼志[1]、吉田 英一[1]、池田 昌之[3]、勝田 長貴[4]、Whiteside J.[5]
*Ryusei Kuma[1], Hitoshi Hasegawa[2], Koshi Yamamoto[1], Hidekazu Yoshida[1], Masayuki Ikeda[3], Nagayoshi Katsuta[4], J. Whiteside[5]

1. 名古屋大学、2. 高知大学、3. 静岡大学、4. 岐阜大学、5. Southampton大学
1. Nagoya University, 2. Kochi University, 3. Shizuoka University, 4. Gifu University, 5. Southampton University

海成堆積物起源の層状チャートは，放散虫などの珪質殻を主体とし，その層厚変動は地球軌道要素変動に伴う海洋表層生産量変動（Hori et al., 1993）や陸域ケイ酸塩風化（Ikeda et al., 2017）を反映すると考えられている．一方，珪質な殻が保存されていないにも関わらず，湖成堆積物中にも層状チャートがしばしば報告されている（Eugster, 1967; Hesse, 1989）．湖成チャートの場合，シリカの沈殿にはpH9辺りで変動する湖水のアルカリ度が重要であると考えられており，その成因についてはいくつかのメカニズムが提唱されている．例えば，高アルカリ環境の湖水中で多量に溶存したシリカ成分が，季節的な雨水や河川水の流入によって湖水のpHが低下し，シリカ溶解度が減少することによって沈殿するという説がある（Eugster, 1967）．他にも，湖表層での藻類生産もしくは湖底での有機物分解に伴い，湖水のpHが変動することでシリカの溶解ー沈殿が起こるという考えも提案されている（Behr and Rohricht, 2000）．しかしながら，湖成チャートに藻類化石が濃集した証拠はまだ示されていない．

本研究では，米国中西部に広く分布する始新世前期ー中期の湖成層であるグリーンリバー層中に特徴的に見られる層状チャートに着目し，その形成環境や形成メカニズムを検討した．ユタ州北東部のIndian Canyonセクションの野外調査の結果，層状チャートはグリーンリバー層上部の蒸発岩を狭在する低湖水位期のドロマイト卓越層準で見られ，ドロマイト層と明瞭に互層して5-10 cm間隔で周期的に介在していた．採取したチャート層とドロマイト層の境界部に対して，走査型X線分析顕微鏡（SXAM）を用いた主要元素のマッピング分析や，蛍光顕微鏡を用いた有機物組成の観察を行った．その結果，ドロマイト層中にCaが，チャート層にSiが濃集しており，1-2 cm間隔で互層する両岩相の境界で明瞭な元素濃集が見られた．また，Si濃集部には良く蛍光を発する有機物の球状殻が密集しており，その大きさも直径約30-40 μmと良く揃っていた．始新世前期の湖には，珪藻がまだ広く分布しておらず，球状殻はグリーンリバー層から多産する*Bottryococcus braunii*のような緑藻類の可能性が高い．湖成チャートのSi濃集部に，藻類起源有機物が特徴的に密集していることは，チャートの成因に藻類起源有機物が関与していることを示唆する．

グリーンリバー層の堆積当時は周辺の活発な火山活動に伴い，湖水のアルカリ度は高かったと考えられている．高アルカリな湖水に溶存していたシリカが沈殿するメカニズムを考えると，藻類起源有機物の堆積後の分解により，有機物密集部で有機酸やCO_2が生じて間隙水中のpHの低下を引き起こし，その結果としてシリカ沈殿が起こったと考えられる．すなわち，湖成チャートの成因として，湖生物生産量変動が関わっていると考えられる．上述したようにグリーンリバー層に見られる層状チャートは1-2cm及び5-10 cm間隔で周期的に介在している．狭在する凝灰岩の放射年代（Smith et al., 2008）などから同層の堆積速度は10-15 cm/kyrと推定されており，層状チャートの堆積は約67-200年周期と約333-1000年周期であると見積もられる．したがって，グリーンリバー層の湖成チャートは，百年スケールの湖藻類生産量の変動を反映している可能性がある．

キーワード：湖成層、始新世、生物生産、チャート、シリカ、pH
Keywords: lake sediments, Eocene, productivity, chert, silica, pH

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

秋田県矢島地域の中部中新統女川層にみられる堆積サイクルの抽出とサイクル層序

Extraction of the sedimentary cycles and application of cyclostratigraphy to the Middle Miocene Onnagawa Formation in Yashima District, Akita Prefecture, Japan

*吉岡 純平[1]、多田 隆治[1,3]、松崎 賢史[2]、多田 賢弘[1]、佐久間 杏樹[1]、梅宮 悠輔[1]、黒川 駿介
*Jumpei Yoshioka[1], Ryuji Tada[1,3], Kenji Marc Raymond Matsuzaki[2], Toshihiro Tada[1], Aki Sakuma[1], Yusuke Umemiya[1], Shunsuke Kurokawa

1. 東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻、2. 東京大学大気海洋研究所海洋底科学部門、3. 雲南大学
1. Department of Earth and Planetary Science, the University of Tokyo, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo, 3. Yunnan University

新生代は寒冷化の時代であり、3つのステップで寒冷化が進行したことが底生有孔虫酸素同位体比記録から知られている。そのうち、中期中新世の寒冷化に際しては、北太平洋沿岸において珪藻が大量に堆積して形成された、有機物に富んだ珪質な堆積物が広く分布している。女川層もその１つで、珪質で硬いポーセラナイトと砕屑物を多く含み比較的軟らかい泥岩がm-スケールの有律互層を形成している。また、一部の珪質度の高い層準では、cm-スケールの黒色バンドの存在も報告されている。しかし、これらの形成年代や要因については詳しくはわかっていない。

本研究では、秋田県矢島地域に見られる女川層に対して、細かい年代目盛りを入れるために、m-スケールの堆積サイクルを作り出す原因が生物源シリカの含有量変動である事を示し、その変動周期を用いて、サイクル層序の適用を試みた。

まず、野外調査によって層厚約130mの詳細で連続な統合柱状図を得た。また、岩相の違いにより下位からUnit A (石灰質泥岩と泥岩の有律互層)、Unit B (泥岩中に周期的に珪質岩が挟まれる)、Unit C (珪質泥岩中により硬い珪質泥岩が挟まれる)、Unit D (cm-スケールの黒色バンドをもつ泥質ポーセラナイト)、Unit E (珪質泥岩及び硬質珪質泥岩)の5つの岩相ユニットに区分した。このうち、珪質岩が明確な周期性を示すUnit B, Unit C, Unit Dについて、その珪質度（silica rank）の変動として堆積サイクルを検出した。Silica rankとは、野外において珪質岩をその硬さにより5段階で表したものであり、XRD分析によってその硬さが生物源シリカの含有量に依存することを確かめた。このsilica rankの変動について、Unit BとUnit Cの区間とUnit Dの区間とでは明らかに異なる周期的特徴を示しており、これらは岩相の変化に伴う堆積速度や地球軌道要素への応答の変化を記録していると考えられる。そこで微化石による年代制約を与えた上で、silica rankの変動周期を底生有孔虫の酸素同位体比δ^{18}O変動曲線と対比し、年代モデルの高精度化、高解像度化を図った。JpGUでは、その詳細について報告する。

キーワード：女川層、中新世、silica rank、サイクル層序
Keywords: the Onnagawa Fm., Miocene, silica rank, cyclostratigraphy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

鮮新統安房層群安野層の古地磁気ー酸素同位体複合年代層序
Pliocene magneto–oxygen isotope stratigraphy from the Anno Formation, Awa Group, central Japan

*羽田 裕貴[1]、岡田 誠[1]
*Yuki Haneda[1], Makoto Okada[1]

1. 茨城大学理学部
1. College of Science, Ibaraki University

The Pliocene climate is one of the best analogs for the climate of a globally warmer future. Here, we present a new Pliocene integrated chronostratigraphy from the Anno Formation in the uppermost Awa Group, which is distributed throughout the Boso Peninsula, central Japan, based on paleomagnetic and benthic foraminiferal oxygen isotope records. This new chronostratigraphy provides valuable constraints for paleoceanographic and paleoclimatic studies in the northwestern Pacific Ocean, where the number of paleoceanographic records is limited due to the lack of calcareous microfossils from deep-sea sediment cores, with the exception of some plateaus at water depths above the calcite compensation depth (CCD).

We performed progressive Alternating field and thermal demagnetizations for each specimen in order to remove secondary remanence. Additionally, we conducted thermomagnetic, low-temperature magnetic, magnetic hysteresis, and FORC analyses as rock-magnetic experiments to assess stability of paleomagnetic signal which specimens have acquired. The paleomagnetic and rock-magnetic experiments indicate that primary remanences are carried by magnetite in pseudo-single domain size as detrital remanent magnetization. The progressive AF demagnetization is, however, unsuitable to remove secondary remanence in specimens from polarity transitional horizons due to magnetically hard mineral, such as goethite. Therefore, thermal demagnetization is necessary to obtain primary remanence from the Anno Formation.

Paleomagnetic results by the thermal demagnetization indicate that the Anno Formation corresponds to the period extending from the Nunivak normal polarity subchronozone (4.493–4.631 Ma) to Chron C2An.2n (3.116–3.207 Ma). Although foraminifera are not found in the middle Anno Formation, our oxygen isotope records from the upper and lower Anno Formation demonstrate the recording of glacial–interglacial cycles. However, the amplitude of our $\delta^{18}O$ profile is much larger than that of the LR04 stack, with similar to slightly lower glacial values and much lower interglacial values. This trend is suppressed after 3.4 Ma. These observations imply that the bottom water had lower $\delta^{18}O$ values and/or a warmer water mass during interglacials until 3.4 Ma compared with global average deep-water regions.

キーワード：鮮新世、房総半島、安野層、底生有孔虫、酸素同位体層序、古地磁気層序
Keywords: Pliocene, Boso Peninsula, Anno Formation, Benthic foraminifera, Oxygen isotope stratigraphy, Magnetostratigraphy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南シナ海北部, IODP Site U1499における鮮新世～更新世の浮遊性有孔虫群集と古海洋

Planktonic foraminiferal assemblage and paleoceanography of the Plio-Pleistocene sequence at IODP Site U1499 in the northern South China Sea

*北村 美月[1]、古澤 明輝[1]、林 広樹[1]
*Mizuki Kitamura[1], Akira Furusawa[1], Hiroki Hayashi[1]

1. 島根大学
1. SHIMANE University

The South China Sea (SCS) is a marginal sea located in the tropical zone of the western Pacific with an average depth of ca. 1,140 m. The East Asian monsoon affects the climate system in this area by the prevailing seasonal winds. Such influence of the East Asian monsoon is expected to be stronger during the glacial period and weaker during the interglacial period.
During Internatinal Ocean Discovery Program (IODP) Expedition 367, drilling of Site U1499 was conducted near the outer shelf of the northern SCS in 2017. As an onboard result of this site, sediments from Oligocene to Present were recovered and the upper sequence especially contains abundant foraminiferal fossils. The purpose of the present study is to clarify temporal changes of planktonic foraminiferal assemblage in the northern SCS from approximately 4 to 1 Ma.
As a result, 80 species belonging to 19 genera of planktonic foraminifera were detected. According to multivariate analyses of the foraminiferal assemblage, we determined the temporal change into four stages: Stage A (ca. 4.1 to 3.4 Ma), Stage B (ca. 3.4 to 1.8 Ma), Stage C (ca. 1.8 to 1.45 Ma) and Stage D (ca. 1.4 to 1 Ma). During Stage A, SCS had been stratified by oligotrophic tropical surface water and relatively cold subsurface water with a shallow thermocline. At the next Stage B, the thermocline was deepened and SCS was occupied by a subtropical oligotorophic water. In turn, the thermocline shoaled and subsurface species of planktonic foraminifera were increased during the Stage C. After that, the Stage D is characterized by alternative changes between subtropical surface components and cold-temperate components caused by the glacial-interglacial changes.

キーワード：南シナ海、浮遊性有孔虫、鮮新世、更新世、国際深海科学掘削計画
Keywords: South China Sea, Planktonic foraminifera, Pliocene, Pleistocene, International Ocean Discovery Program

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

房総半島南端に分布する鮮新ー更新統千倉層群における浮遊性有孔虫化石群集を用いた水塊構造変動の復元

Reconstruction of the surface water mass fluctuation during the late Pliocene to early Pleistocene based on planktonic foraminiferal fossils from the Mera Formation, Chikura Group, in the southernmost part of the Boso Peninsula

*岡田 誠[1]、長谷川 大輔[2]
*Makoto Okada[1], Daisuke Hasegawa[2]

1. 茨城大学理学部理学科、2. 茨城大学大学院理工学研究科
1. Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Ibaraki University, 2. Graduate School of Scinece and Engineering, Ibaraki University

本研究では2.3Ma以降の層準について群集解析を行い，NHGの影響は本当に一時的なものであったのか，また氷期-間氷期サイクルによって表層水塊はどのように変化していたのか明らかにすることを目的とする．浮遊性有孔虫化石の群集解析は2.2-3.0 Ma間の57層準で13属61種を同定した．環境指標となる種の産出頻度の変化から6つのPhaseに分けた．その中でも特徴的なPhaseとしては3つ挙げられる．

Phase Ⅱ（2.75Ma~2.65Ma）：混合水域種が最大50%まで増加するため混合水の影響が強い寒冷な環境であった．

Phase Ⅴ（2.42 Ma～2.35Ma）：黒潮種が本研究で対象とした期間で最も高い40%程度まで増加し温暖であった．

PhaseⅥ（2.35Ma~）：混合水域種が振幅を繰り返しながら50%程度まで増加していく．このため徐々に寒冷化が強まると考えられる．

この様に2.7Ma以降，一方的に寒冷化が進むのではなく黒潮が強まる時期を挟んで2.35Maから再び寒冷化が起こる．また氷期ー間氷期に対応した群集の変化も見られた．

キーワード：浮遊性有孔虫群集、千倉層群、北半球氷河化作用
Keywords: Planktonic foraminiferal assemblages, Chikura Group, Northern Hemisphere Glaciation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Centennial-scale bioproductivity changes during the earliest Middle-Pleistocene

*藤井 和香[1]、兵頭 政幸[1]、加藤 茂弘[2]、宮入 陽介[3]、山口 夢香[1]、横山 祐典[3]
*Waka Fujii[1], Masayuki Hyodo[1], Shigehiro Katoh[2], Yosuke Miyairi[3], Haruka Yamaguchi[1], Yusuke Yokoyama[3]

1. 神戸大学、2. 兵庫県立人と自然の博物館、3. 東京大学
1. Kobe University, 2. Hyogo Museum of Nature and Human Activities, 3. University of Tokyo

Elucidation of the mechanism of global warming in the geological time is important, which may lead to understanding of the present global warming. In this study, we conducted paleoenvironmental analyses of sediments to reveal the rapid climate changes across the warmest interval in the Marine Isotope Stage (MIS) 19 interglacial, which is known as an orbital analogue of the Holocene. In particular, we aim at elucidating the mechanism of the repeated bioproductivity proxy (Ca/Ti ratio) changes dominated by bicentennial cycles for a span from about 777 to 775 ka, which was observed in core TB2 from the Chiba Section. Focused on the time span, we conducted pollen analyses using the Osaka Bay 1,700 m core with abundant pollen fossils, and measurements of ^{10}Be using core TB2. Both cores are stratigraphically correlated with the centennial to millennial scale resolution. The result of pollen analyses revealed that the proportion of evergreen *Quercus* (*Cyclobalanopsis*), a warm proxy, began at about 777 ka to increase with bicentennial oscillations, followed by a sudden drop within 1 kyr. These changes are quite consistent with those in the bioproductivity in core TB2. Therefore, the bioproductivity changed affected by the climate. The ^{10}Be content, an index of the galactic cosmic ray flux, generally showed similar changes with the bioproductivity except some intervals, one of which showed a large disagreement between the ^{10}Be flux and the bioproductivity, coincided with the iceberg discharge event in the North Atlantic. These results suggest that the centennial-scale bioproductivity changes observed in core TB2 probably reflect climate variations, and may be affected by solar activity. Solar activity can affect climate through galactic cosmic rays that control the low cloud (Svensmark effect), in addition to the direct influence through solar radiation.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

新しい古海洋プロキシの開発に向けた海綿骨針酸素同位体比分析
Development of new-paleoceanographic proxies based on oxygen isotope analysis of sponge spicule

*若木 仁美[1]、井尻 暁[2]、池原 実[1]、Sangmin Hyun[3]
*Hitomi Uchimura Wakaki[1], Akira Ijiri[2], Minoru Ikehara[1], Sangmin Hyun[3]

1. 高知大学海洋コア総合研究センター、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、3. Korea Institute of Ocean Science & Technology
1. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Korea Institute of Ocean Science & Technology

有孔虫殻の酸素同位体比は海水と炭酸塩間の同位体分別により主に水温に依存し値が変化するという特徴から、古水温の推定や氷期-間氷期サイクルの認定など、古海洋学においては重要な古環境指標として利用されている。しかし、有孔虫殻は炭酸塩保障深度より下位の深度帯では化石として保存されないため、炭酸塩補償深度以深の水塊の酸素同位体比データを得ることが不可能であった。そこで我々はこの問題を克服するために海綿骨針に着目した。海綿動物の中でもケイ酸塩の骨針を持つガラス海綿類の骨針は海洋堆積物中に化石として豊富に産出する。様々な水塊に応じた海綿骨子の酸素同位体比データを集約することで深海の古海洋プロキシとして応用できると期待される。本研究は、天然の海綿骨針の酸素同位体比が温度依存性を有するかどうかを明らかにすることを目的としている。

本研究では産業技術総合研究所が2008年にGH08航海で採取した沖縄海域の表層堆積物サンプルを使用した。GH08では浅海域から深海域 (水深216 mから2679 m)までの炭酸塩補償深度以浅の連続的な水深で多くの表層堆積物が得られているだけでなく、それぞれの採泥地点で海水も採取しているため、海水と底生有孔虫、そして海水と海綿骨針の酸素同位体分別をそれぞれ評価し比較することができると考えられる。試料は海底表層堆積物サンプルの表層0-2cmを分取し、250メッシュの篩上で洗浄した後、40℃の恒温乾燥機で乾燥させた。このサンプルから、底生有孔虫は*Cibicidoides* sp. と *Cibicidoides wuellerstorfi*の2種を拾い出し、IsoPrimeを用いてリン酸分解法で酸素同位体比を分析した。海水の酸素同位体比はLiquid Water Isotope Analyzer (LWIA)によりレーザー分光法で分析を行った。また、海綿骨針は顕微鏡下で拾い出し、骨針表面の有機物や微細構造に入り込んだ炭酸塩粒子を取り除くために過酸化水素と塩酸で酸処理を行い、十分に洗浄した後に乾燥させた。海綿骨針はiHTR (inductive high-temperature carbon reduction: 誘導高温炭素還元) とCF-IRMS (continuous-flow isotope ratio mass spectrometry: 連続フロー型質量分析法)を組み合わせた高周波誘導加熱法 (Ijiri et al., 2014)により酸素同位体比分析を行った。

現在までの分析の結果、沖縄表層堆積物中の底生有孔虫の酸素同位体比は水温と負の相関があり、温度依存性があることがわかった。この結果は先行研究 (Marchitto et al., 2014)とも相違がなく、本研究地の底生有孔虫の酸素同位体比結果がリファレンスとして適当であることが確認できた。海綿骨針は、いくつかのサンプルにおいては底生有孔虫の酸素同位体比とのよい相関関係が見られ、珪藻骨格の酸素同位体比を測定した先行研究 (Brandriss et al., 1998, Moschen et al., 2005) と同調する結果が得られた。しかし、異常に重い値を示すサンプルも存在した。これらの値の妥当性を評価するため、酸処理過程の見直しを含む追加実験によって適切な分析手法を確立する課題が残った。

キーワード：海綿骨針、底生有孔虫、酸素同位体比、温度依存性
Keywords: sponge spicule, benthic foraminifera, stable oxygen isotope, temperature dependence

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

人工知能を活用した微化石の自動分類・ピッキング装置
A system for automatic collection of specific microfossil species using a deep learning classification

*板木 拓也[1]、平 陽介[2]、鍬守 直樹[2]、前林 利典[3]、竹島 哲[4]、戸谷 健二[4]
*Takuya Itaki[1], Yosuke Taira[2], Naoki Kuwamori[2], Toshinori Maebayashi[3], Satoshi Takeshima[4], Kenji Toya[4]

1. 産業技術総合研究所、2. 日本電気（株）、3. （株）マイクロサポート、4. 三谷商事（株）
1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. NEC Corporation, 3. Microsupport Co.Ltd, 4. Mitani-Corporation

微化石の骨格に含まれる微量元素や同位体比を測定する際，分析に必要な量を同一種のみで拾い出すのには大きな労力と時間を要する．特に放散虫のような小型の微化石を種毎に分析することは現実的ではなく，これまでに報告例の無い未知の領域であったと言える．しかし，近年，人工知能の学習手法のひとつであるディープラーニングの進歩に伴い機械による微化石種の同定精度が飛躍的に向上した．また，マイクロマニピュレーターで微小粒子を自動的に拾い出すシステムが実用化された．これらの技術を融合すれば，任意の微化石種を大量に集積することが可能なはずである．そこで本研究では，マイクロマニピュレーターを備えた電動X-Yステージ付き顕微鏡にディープラーニングを実装し，微化石の同定および拾い出しを自動化した．ディープラーニングの分類モデルには大量の教師画像を必要とするが，本システムで自動的に取得される個別粒子の切り出し画像は教師データ構築の効率化にも有効である．また，微化石に限らず鉱物などの様々な微小粒子にも応用することが出来，今後の発展が期待される．

キーワード：微化石、人工知能、自動分類
Keywords: Microfossil, AI, Automatic classification

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Towards reconstructing environmental conditions related to Australian Great Barrier Reef initiation

*オブラクタ スティーブン[1]、三輪 亘[1]、白井 厚太郎[2]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2]、ウェブスター ジョーディー[2,3]、ハイン アルバート[4]
*Stephen Obrochta[1], Wataru Miwa[1], Kotaro Shirai[2], Yusuke Yokoyama[2], Yosuke Miyairi[2], Jody Webster[2,3], Albert Hine[4]

1. 秋田大学大学院国際資源学研究科、2. 東京大学海洋研究所、3. シドニー大学、4. 南フロリダ大学
1. Akita University, 2. University of Tokyo Atmosphere and Ocean Research Institute, 3. University of Sydney, 4. University of South Florida College of Marine Science

Previous work exploited the unique mixed carbonate-siliciclastic environment of Northeast Australia to identify the timing of changes in off-shelf sediment transport with respect to sea-level variation. Because sediment transport from the continental shelf to slope is strongly controlled by the presence/absence of a rimmed morphology, this provides a means for indirectly estimating the age of the Great Barrier Reef (GBR). Preliminary results indicate that a change in the timing of maximum off-shelf terrigenous sediment accumulation occurred during the glacial termination of MIS 20. This in turn suggests that an effective barrier morphology was emplaced during the MIS 21 interglacial. Instead of being deposited directly to the continental slope by incised rivers, terrigenous material first accumulated behind the barrier during the MIS 20 sea-level lowstand and was then redoposited as rising sea level reflooded the shelf.

Here we present initial results attempting to understand if and how changing environmental conditions promoted enhanced reef growth. The results include a higher-resolution isotope stratigraphy for improved chronological control, additional terrigenous mass accumulation rate measurements, and initial results of Mg/Ca analyses, which allow for calculating sea surface temperature changes and the oxygen isotopic composition of sea water that is expected to better resolve glacial-interglacial cycles. In the future we expect to add additional information from micro and/or nanofossil faunal assemblage data.

キーワード：珪質の砕屑性堆積物–炭酸塩堆積物の混合システム、グレートバリアリーフ
Keywords: Mixed Carbonate-Siliciclastic Sedimentary Systems, Great Barrier Reef

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

An 8,000-year climate record from Lake Motosu, Japan: Implications for the East Asian Monsoon

マクドナルド セーラ[3]、タイラー ジョナサン[3]、*オブラクタ スティーブン[1]、横山 祐典[2]、宮入 陽介[2]、太田 耕輔[2]
Sarah McDonlad[3], Jonathan Tyler[3], *Stephen Obrochta[1], Yusuke Yokoyama[2], Yosuke Miyairi[2], Kosuke Ota[2]

1. 秋田大学大学院国際資源学研究科、2. 東京大学大気海洋研究所、3. アーデレード大学地球科学部
1. Akita University, 2. University of Tokyo Atmosphere and Ocean Research Institute, 3. Department of Earth Sciences, The University of Adelaide

The East Asian Summer Monsoon controls the timing and amount of rainfall for around a third of the world’s population. An understanding of past changes in monsoon strength is thus crucial for placing current events in context and for characterising future climate risk. Whilst many monsoon records have been developed for continental Asia, fewer records exist from the north-eastern edge of the monsoon region. We present a new monsoon record for central Japan based on an 8,000-year lacustrine sedimentary sequence from Lake Motosu, located at the northern foot of Mt Fuji. Lake Motosu is a hydrologically closed lake and is therefore expected to be sensitive to changes in monsoon strength. Additional macrofossil radiocarbon dates are used to refine an existing high-fidelity age model. This age model is then applied to constrain the timing of changes in bulk sediment geochemistry (TC, TN, C/N, $\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$) and the oxygen isotopic composition of sedimentary cellulose ($\delta^{18}O$). Changes in sediment chemistry reflect shifts in the sources of organic matter to the sediments, variations in lake hydrology and changes to the local catchment. In turn, these changes are linked to regional variations in monsoon strength. However, their interpretation is complicated by the impact of local seismic and volcanic activity.

キーワード：モンスーン、本栖湖、地球化学
Keywords: monsoon, Lake Mostosu, geochemistry

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

後期更新世におけるモンゴル北部の環境変動復元：ダラハド盆地湖成層の化学分析

Environmental changes in northern Mongolia in During the Late Pleistocene: chemical analyses of lacustrine sedimentary sequences in Darhad basin

大野 優美子[1]、内藤 さゆり[1]、*勝田 長貴[1]、村上 拓馬[3]、落合 伸也[2]、長谷部 徳子[2]、川上 紳一[4]
Yumiko Ohno[1], Sayuri Naito[1], *Nagayoshi Katsuta[1], Takuma Murakami[3], Shinya Ochiai[2], Noriko Hasebe[2], Shin-ichi kawaka[4]

1. 岐阜大学教育学部、2. 金沢大学環日本海域環境研究センター、3. 公益財団法人北海道科学技術総合振興センター幌延地圏環境研究所、4. 岐阜聖徳学園大学教育学部
1. Faculty of Education, Gifu University, 2. Institute of Natural and Environmental Technology, Kanazawa University, 3. Horonobe Research Inst. for the Subsurface Environment, 4. Faculty of Education, Gifu Shotoku Gakuen University

新人（*ホモ・サピエンス*）の分布がアフリカからユーラシアに拡大したのは、約60～50 ka（1 ka = 1000年前）と考えられ、アラビア半島からバイカル湖に至る北ルートは、ユーラシア拡散の主要な移動経路とひとつとされている（Goebel 2007）。新人がバイカル湖周辺に到達したのは約45～35 kaとされており、新人と旧人が交錯した場と時代の陸域環境復元は、人類進化の理解の上で不可避な課題である。こうした背景のもと、本研究はモンゴル北部・ダラハド盆地の湖成層の化学分析を行い、過去120 kaの環境変動復元を行った。

分析試料コアは、ダラハド国際掘削計画（DDP-2010）で採取された長尺コアDDP10-3（全長164.5 m、海抜1500.4 m）である（Krivonogov et al. 2012）。本研究では、非破壊μ-XRF測定用として連続採取された長さ1 mのUチャンネルコア試料と、バルク分析用として3 cm毎に分取された試料がそれぞれ用いられた。Uチャンネル試料は、凍結乾燥後に樹脂で固化し、研磨剤で平滑化した切断面を層準に沿ってμ-XRF連続測定を行った。得られたXRF画像データは、層理面に沿って一次元データに変換された（Katsuta et al. 2003, 2007）。一方、バルク分析については、約160 試料を凍結乾燥した後、メノウで粉砕混合したものを準備し、ガラスビード法・XRF-WDとXRD定量分析により、主要元素と構成鉱物の含有量が求められた（Katsuta et al. 2017; Murakami et al. 2010）。また、堆積物の粒径分析は、堆積物の粒度分析は、レーザー回折・散乱法で行われた。DDP10-3の堆積年代は、深度16.5 mまでが土壌と植物片の^{14}Cで、深度16.5 m以深を古地磁気年代層序により決定し、平均堆積速度は1.13 m/kyr、過去約120 kaの堆積記録と推察される。

過去120 kyrの記録は、約90～75 kaと約40～15 kaで顕著な炭酸塩の欠乏が認められる。ダラハド盆地は、盆地北西部のShishhid渓谷における山岳氷河の発達により、氷期に氷河堰止湖（氷河湖, 水深約200 m）の形成が地形調査で確認されており（Krivonogov et al. 2012）、今回得た2つの期間は寒冷化に伴う山岳氷河の発達とそれに伴う氷河湖成立を意味する。約50～10 ka におけるMn含有量の増加は、寒冷化に伴う鉛直混合の強化で、溶存酸素濃度の増加によって説明することができ、氷河湖成立を支持する。一方で、堆積物中の粒度は、約75～15 kaで一時的に粗粒化を示し、数千年間隔で生じた北大西洋地域のダンスガード・オッシュガー（DO）サイクルやハインリッヒ（H）イベントとおおよそ対比することができる。ダラハド盆地を含むモンゴル北部からバイカル湖における山岳地帯には、最終氷期に氷河が発達し、それらの一時的な融解によって、流域から砕屑物が流入してくることが知られている（Katsuta et al. 2018）。したがって、堆積物中の粒度変動は、DOサイクルやHイベントのような数十年で約10˚Cの急激な温暖化に伴う山岳氷河融解を意味するものと考えられる。退氷期におけるDDP10-3堆積物には、約13.8 ka以降から方解石の年縞が発達する。これは、湖水位が低下し、塩濃度が上昇したことに起因しており、その年縞計数は約270枚（年）であった。従って、大陸内における最終氷期から完新世への移行は、氷床や深海コアで観察される14.8～11.5 ka（3200年）に比べて急激に生じたと推察される。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：モンゴル北部、lacustrine、氷河湖
Keywords: north Mongolia, sediment, paleoglacial lake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

モンゴル南西部オログ湖堆積物から復元される最終氷期～完新世の古環境変動とホモ・サピエンス定着との関係性

Paleoenvironmental changes recorded in Orog Lake, southwestern Mongolia during MIS 3 and its relationship with *Homo sapiens*' s migration into northern Asia

*長谷川 精[1]、野間 七瀬[1]、勝田 長貴[2]、村山 雅史[3]、田村 亨[4]、出穂 雅実[5]、イチノロフ N.[6]、ダワドルジ D.[7]、長谷部 徳子[8]、笹岡 美穂[9]、岩井 雅夫[9]
*Hitoshi Hasegawa[1], Nanase Noma[1], Nagayoshi Katsuta[2], Masafumi MURAYAMA[3], Toru Tamura[4], Masami Izuho[5], Niiden Ichinnorov[6], Davaasuren Davaadorj[7], Noriko Hasebe[8], Miho Sasaoka[9], Masao Iwai[9]

1. 高知大学理工学部、2. 岐阜大学教育学部、3. 高知大学農林海洋学部、4. 産業総合研究所地質情報研究部門、5. 首都大学東京人文社会学部、6. モンゴル科学アカデミー、7. モンゴル国立大学、8. 金沢大学環日本海域環境研究センター、9. 高知大学海洋コア総合研究センター
1. Faculty of Science and Technology, Kochi Univ., 2. Faculty of Education, Gifu Univ., 3. Faculty of Agriculture and Marine Science, Kochi Univ., 4. Geological Survey of Japan, AIST, 5. Faculty of Social Sciences and Humanities, Tokyo Metropolitan Univ., 6. Mongolian Academy of Sciences, 7. National University of Mongolia, 8. Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa Univ., 9. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi Univ.

An aim of the present study is to understand detailed paleoenvironmental changes in Mongolia, situated at a key crossroad for *Homo sapiens*'s migration between central, eastern, and northern Asia during the Initial and Early Upper Paleolithic (IUP-EUP). Available archaeological evidences have suggested the emergence of IUP at around ca. 45-40 ka (e.g., Zwyns *et al.*, 2014; Rybin *et al.*, 2016; Izuho *et al.*, 2018). However, yet the paleoenvironmental changes of this period in Mongolia is largely unclear, preventing us to understand whether the possible environmental changes were significant as a major driving forth for modern human' s lifeway.

In this paper, we present a new record of paleoenvironmental changes in southwestern Mongolia during MIS 3. In January 2017, we took two parallel cores (OROG01, 24 m; OROG02, 21 m) from Orog Lake, a shallow saline lake located in northwestern margin of Gobi Desert. The high-resolution major and minor element composition changes were obtained using μXRF core scanner (Cox, Itrax) at Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University. Based on the preliminary results of OSL and 14C age dating, basal age of sediment core OROG01 yielded ca. 38 ±4 ka, nearly accordant with the basal age of ~45 ka reported in the previous study (Yu *et al.*, 2019). On the basis of our high-resolution elemental composition data, in conjunction with previous sedimentological and palynological data (Yu *et al.*, 2019), the paleoenvironments of southwestern Mongolia were more humid with higher lake levels during MIS 3 than Holocene. Our results also suggest periodic and higher amplitude paleoenvironmental changes in this region, which likely correspond to Dansgaard-Oeschger events. This new record would allow us to discuss potential relationship between paleoenvironmental changes and ecosystem changes in Mongolia during the IUP-EUP.

キーワード：湖底堆積物、塩湖、古環境変動、ダンスガードイベント、ホモ・サピエンス、上部旧石器時代初期および前期
Keywords: Lake sediments, Saline lake, Paleoenvironmental changes, Dansgaad event, Homo sapiens, Initial and Early Upper Paleolithic

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

堆積コア中の放散虫化石群集を用いた過去150万年間のオホーツク海水塊構造復元

Reconstruction for water-mass structure of the Okhotsk Sea for the past 1.5 million years based on radiolarian assemblages

*坂本 龍哉[1]、岡崎 裕典[1]
*Tatuya Sakamoto[1], Yusuke Okazaki[1]

1. 九州大学 理学部 地球惑星科学科
1. Department of Earth and Planetary Sciences, School of Science, Kyushu University

北太平洋中層循環の一部である北太平洋中層水（NPIW）は北太平洋で形成される最も重い水塊であることから，海洋・気候の長期変動へ関与していることが示唆されてきた。NPIWは、北半球最南端の季節氷域であるオホーツク海を起源域としている。オホーツク海の海氷は、主に北西陸棚域で形成され、季節風により北海道沖まで南下する。海氷形成時にブライン（高塩分水）が排出され、陸棚から中層へと沈み込み、NPIWの起源水であるオホーツク海中層水（OSIW）を形成する。OSIWの特徴は、低温で酸素に富み、陸棚域から直接中層水に輸送される豊富な有機物を含んでいることである。放散虫は生物源オパールの骨格を持つ動物プランクトンで海洋表層から深層まで多様な種が生息している。*Cycladophora davisiana*は、OSIWに多産する放散虫種である。最終氷期に*C. davisiana*は、高緯度外洋域で汎世界的に多産することが知られており、低温で酸素に富む中層水の指標として注目されてきた。本研究ではオホーツク海で採取された海底堆積物試料中（MD01-2414, 53˚11.77’N, 149˚34.80’E, 水深1123 m）の放散虫群集組成に基づき、過去150万年間におけるオホーツク海の水塊構造、特にOSIWの変動を復元することを目的とした。MD01-2414コア試料の23層準の試料を放散虫群集解析に用いた。観察用スライドは、試料の乾燥重量を量り、過酸化水素処理後、>45 μm分画を光硬化樹脂で封入して作成した。放散虫群集解析の結果、以下の知見を得た：（1）放散虫総個体数は、間氷期に増加し氷期に減少し、間氷期では氷期よりも１桁から２桁の差で多かった。；（2）OSIWの指標である*C. davisiana*は、間氷期に増加し氷期に減少する傾向があった。ただし、間氷期のなかで酸素同位体ステージMIS 11と31では*C. davisiana*の産出量が顕著に少なかった。MIS 11と31は特に温暖な間氷期として知られており、当時のOSIW形成が弱化・停滞していたことが示唆された；（3）北太平洋域の放散虫年代指標種が4種出現し（*Amphimelissa setosa*, *Axoprunum aquilonium*, *Lychnocanomma sakaii*, *Spongodiscidae* sp.）、MD01-2414コアの年代を制約できた。（4）生物生産量指標種である放散虫種*Ceratospylis borealis*の産出量は間氷期で多く、氷期で少なかった。

キーワード：放散虫、オホーツク海、中層水、海氷
Keywords: Radiolarian, Okhotsk Sea, Intermediate water, Sea ice

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Silicoflagellate assemblages in the Okhotsk Sea during the interglacial periods

*江頭 一騎[1]、岡崎 裕典[2]、坂本 竜彦[3]
*Kazuki Egashira[1], Yusuke Okazaki[2], Tatsuhiko Sakamoto[3]

1. 九州大学理学部地球惑星科学科、2. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、3. 三重大学
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, 2. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University , 3. Mie University

Silicoflagellate is a phytoplankton with a skeleton of biogenic opal. There are two major genera for modern silicoflagellates: *Dictyocha* mainly dwelling in tropical to temperate regions and *Stephanocha* mainly dwelling in subarctic region. The *Dictyocha*/*Stephanocha* ratio has been used as a paleotemperature proxy. Earth’s climate for the past 800,000 years is characterized by the glacial and interglacial cycles with a frequency of 100,000 years. Oxygen isotope ratios of benthic foraminifera mainly reflect continental ice-sheet volume fluctuations, lighter in the interglacials and heavier in the glacials. This fluctuation is called as Marine Isotope Stage (MIS), odd numbers correspond to interglacials and even numbers correspond to glacials. Among the interglacials, the oxygen isotope ratios were lighter than that of the present: MIS 5e (120,000 years ago), 9 (330,000 years ago), and 11 (400,000 years ago). Pollen assemblages in Lake El’gygytgyn sediment from the Far East Russiat in the Arctic Circle indicates pronounced warming during MIS 11. Because atmospheric carbon dioxide concentrations during the past interglacials were comparable to the preindustrial level, it is important to know the status of warming climate during interglacials. The purpose of this study is to reconstruct sea-surface conditions of the Okhotsk Sea during the past interglacials based on silicoflagellate assemblages preserved in sediments. By comparing silicoflagellate assemblages during MIS 1, 5e, 9 and 11, we test the extent of warming during interglacials. The Okhotsk Sea is a marginal sea of the western North Pacific located south of Lake El’gygytgyn, known as southernmost sea-ice covered area in the Northern Hemisphere. A piston core YK07-12 PC-3B (water depth: 1049 m, core length: 14.09 m). Age model of core YK07-12 PC-3B is established by benthic foraminiferal oxygen isotope stratigraphy and the estimate bottom age is 450,000 years ago. Silicoflagellate assemblage analysis was performed by using sediment samples collected from sedimentary horizons corresponding to MIS 1, 5e, 9, and 11. For each interglacials, three samples from peaks of biogenic opal content, maximum calcium carbonate content and minimum benthic foraminiferal oxygen isotope ratio were picked up, consequently, a total of 12 samples were selected. 100 silicoflagellate specimens were counted for each slide under light microscope. Almost all encountered silicoflagellate species during core YK07-12 PC-3B microscopic observation were belonging to genus *Stephanocha*. During MIS 11, *Stephanocha speculum*(particularly, *S. speculum minuta*) was the most abundant silicoflagellate taxa. Because *Stephanocha speculum*is known as a representative silicoflagellate species in the subarctic Pacific dwelling cold and nutrient rich environments, this result indicates that there is no evidence of significant warming in the Okhotsk Sea during MIS 11. Another abundant silicoflagellate species in core YK07-12 PC-3B was *Stephanocha octangulata*, also known as subarctic taxa. This species was dominant during MIS 1 and 5e. Unique oceanic environments such as seasonal sea-ice coverage and influence of low salinity water originating from the Amur River may have influenced on the silicoflagellate assemblages of core YK07-12 PC-3B.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

氷期大西洋深層循環における風応力および海面熱境界条件の役割
Role of wind stress and sea surface thermal forcing in the formation of the Atlantic meridional overturning circulation at the Last Glacial Maximum

*岡 顕[1]、外川 一記[1]
*Akira Oka[1], Kazuki Togawa[1]

1. 東京大学大気海洋研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

古気候モデル相互比較プロジェクト(PMIP:Paleo climate Model Intercomparison Project)では多くのモデルが地質学的データに反して、最終氷期最盛期(LGM:Last Gracial Maximum)における大西洋子午面循環(AMOC:Atlantic Meridional Overturning Circualtion)は現代に比べて'深く強い'という再現結果を示しており、またモデル間でもAMOCの強度に違いが見られる。先行研究では、LGMの気候においてAMOCの強弱を制御する要素として、南大洋の冷却、北大西洋の冷却、北大西洋の風応力の強化などが挙げられているが、各々のAMOCへの影響の相対的評価はなされていない。本研究ではこれらの影響を相対的評価することを目的とし、PMIP(PMIP2とPMIP3)の風応力と熱境界条件を海洋大循環モデルに与える様々な数値実験を行った。その結果、LGM実験において、南半球の熱境界条件がAMOCの強度に最も影響を及ぼすことと、南半球の冷却は'浅く弱い'AMOCの再現において必要条件であり十分条件でないことが示された。PMIPモデルのLGM実験における風応力と熱境界条件においても同様の傾向が示唆されたことから、多くのPMIPモデルがLGM実験において強いAMOCを示す原因として、LGM実験において南の冷却が不十分なことであり、それには現代実験における南の不十分な冷却とそれに伴う海氷アルベドフィードバックの過小評価などが考えられる。

キーワード：大西洋子午面循環、海洋大循環モデル、最終氷期最大期
Keywords: The Atlantic Meridional Overturning Circulation(AMOC), Ocean General Circulation Model(OGCM), Last Glacial Maximum(LGM)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

複数の古海洋モデルによって駆動した海洋循環モデルで推定されたLGMの黒潮の比較

Comparison of the Kuroshio during LGM simulated by an ocean general circulation model driven by multiple paleoclimate models

*市川 兼匠[1]、楊 海燕[2]、郭 新宇[2]、宮澤 泰正[3]
*Kensho Ichikawa[1], Haiyan Yang[2], Xinyu Guo[2], Yasumasa Miyazawa[3]

1. 愛媛大学 大学院 理工学研究科、2. 愛媛大学沿岸環境科学研究センター、3. 独立行政法人海洋研究開発機構
1. Graduate School of Science and Engineering,Ehime University, 2. Center for Marine Environmental Studies,Ehime University, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

1．はじめに

日本周辺海域を流れる黒潮は日本や東アジアの気候形成に重要な役割を果たしている. 現代では,黒潮そのものは概ね安定的に存在しているが,より長い時間スケールで見れば激変する地球システムの一部であり,現代の安定的な姿も変貌する様子のワンシーンに過ぎない.最終氷期最盛期(LGM)と言われる約2万年前は現代と環境が大きく異なっており,氷床の発達による海水準低下,偏西風の南下,日射量の変化による大気海洋間の熱フラックスの変化が考えられる.そのため,当時の黒潮を推定する際は,上記の3要素を併せて考慮する必要がある.

武藤(2018)では上記の3要素を導入した海洋大循環モデルを用いて,LGM中の黒潮流路や流速を推定した.その結果,黒潮続流の南下と流量の減少が見られた.しかし,武藤(2018)は1つの古気候モデル(IPSL)を用いた計算から得られたものである.過去の黒潮をより高い再現度で推定するためには,より多くの古気候モデルを用いて同様の計算を行い,過去の平均的な黒潮を推定する必要がある.

今回はCNRM,GISS,MIROC,MRIを用いて同様の計算を行い,過去の黒潮の推定を行う.計算を行う前に黒潮の流路に影響を与えると考えられる風応力の渦度とスベルドラップ流量について比較した.

2．海洋大循環モデル

海洋大循環モデルはJAMSTECで開発された北太平洋海洋大循環モデル(Miyazawa et al, 2009)を使用した.モデル領域は,南緯30度から北緯60度,東経100度から西経70度である.解像度は,水平方向に1/4度,鉛直方向にσ座標系で21層である.初期値として年平均水温と年平均塩分を与え,外力として風応力および海表面熱フラックスを与えて駆動している.計算期間は40年間であり,解析には40年目の結果を使用した. 海水準低下は海洋大循環モデル内の水深を変化させることで対応した.LGMの風応力および海表面熱フラックスは,各古気候モデルのデータを使用することで対応した.

3．結果

IPSL,CNRM,GISS,MIROC,MRIの5つの古気候モデルの渦度を比較した結果,先行研究で使用されたIPSLに比べ他の古気候モデルはの位置が北寄りであった.先行研究よりの位置の変化と偏西風のピークの変化がおおよそ一致することが示唆されているため,渦度からIPSLが最も偏西風の南下が見られると考えられる.スベルドラップ流量を比較した結果,北緯24度における太平洋西岸のスベルドラップ流量の値がIPSLで最も低い値となった.渦度とスベルドラップ流量の比較から,IPSLを用いた計算結果が最も黒潮の流路の南下と弱化が見られると考えられる.

発表時には各古気候モデルを用い,推定されるLGMの黒潮について紹介する.

キーワード：最終氷期最盛期、黒潮、古気候モデル
Keywords: Last Glacial Maximum, Kuroshio, paleoclimate models

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

The changes of the Kuroshio path in the Northwest Pacific since 35ka

*Haiyan Yang[1], Xinyu Guo[1], Ayako Abe-Ouchi[2], Yasumasa Miyazawa[3], Sergey Varlamov[4], Wing-Le Chan[2]

1. Center for Marine Environmental Studies, Ehime University, 2. Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, 3. Research Institute for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. Application Laboratory, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Kuroshio, a strong western boundary current in the subtropical North Pacific, has strong influences on the climate of Japan and East Asia. Global sea level rises and falls when ice sheets and glaciers melt and grow. The Last Glacial Maximum (LGM, 21ka) is the most recent interval in Earth history when global ice sheets reached their maximum integrated volume. The expansion of the ice sheets at the LGM resulted in a sea-level lowering of about 130 m and a cold phase compared to present. Under the circumstance of sea level, Kuroshio did not bifurcate into the Japan Sea and form the Tsushima Current. As the sea level rises, the Tsushima Current flowed into the Japan Sea at about 10ka (Gallagher et al., 2015), and the sea-level reached the present level at 7ka~6ka (Zheng et al., 1994). However, how the Kuroshio and Tsushima Current pathway evolved in the conditions of different sea level and climate remains unclear.

In Okinawa and southern Korea, some archaeologists have found evidences of people drifting on the Kuroshio from Taiwan to northern regions. According to studies by Japanese anthropologists, the first person that set foot on Okinawa probably sailed there on bamboo rafts from Taiwan more than 30,000 years ago. However, this hypothesis needs more evidences because sailing across the Kuroshio is a difficult thing if the Kuroshio 30,000 years ago had the same surface velocity as present. Therefore, clarifying the strength and path of Kuroshio is also helpful to the understanding on human migration.

In this study, we used the model of Japan Coastal Ocean Predictability Experiment (JCOPE) to simulate the changes of the Kuroshio path under the combined influences of sea level, the air-sea heat flux, and wind stresses in five historical regimes (35ka, 30ka, LGM, 6ka, and 0ka). The meteorological and oceanic data are provided by the climate model MIROC4m (Chan et al., 2011) which is a fully coupled atmosphere-ocean general circulation model (AOGCM).

Keywords: Kurosio, Path, Evolution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

沖縄島洞穴遺跡産の淡水棲貝化石および鍾乳石による更新世後期の古気温復元

Temperature reconstruction in the late Pleistocene using fossil terrestrial snails and a stalagmite from an archaeological cave in Okinawa

*浅海 竜司[1]、本堂 陸斗[2]、植村 立[3]、新城 竜一[3]、狩野 彰宏[4]、藤田 祐樹[5]、山崎 真治[6]、高柳 栄子[1]、井龍 康文[1]
*Ryuji Asami[1], Rikuto Hondoh[2], Ryu Uemura[3], Ryuichi Shinjo[3], Akihiro Kano[4], Masaki Fujita[5], Shinji Yamasaki[6], Hideko Takayanagi[1], Yasufumi Iryu[1]

1. 東北大学大学院理学研究科、2. 東北大学理学部、3. 琉球大学理学部、4. 東京大学大学院理学研究科、5. 国立科学博物館、6. 沖縄県立博物館・美術館
1. Graduate School of Science, Tohoku University, 2. Faculty of Science, Tohoku University, 3. Faculty of Science, University of the Ryukyus, 4. School of Science, the University of Tokyo, 5. National Museum of Nature and Science, 6. Okinawa Prefectural Museum and Art Museum

Freshwater snails are useful for a paleoclimate proxy. For example, stable oxygen isotope composition of mollusck’s aragonite shells depends on temperature and oxygen isotope composition of water at the time of their growth. The Ryukyu Island Arc, bounded by the East China Sea to the northwest and by the Pacific Ocean to the southeast, is an important area in climatology because its environment is highly associated with the East Asian monsoon (EAM), typhoon, and the Kuroshio current. However, terrestrial paleoclimate records such as tree rings and stalagmites are little in the Ryukyu Island Arc unlike the East Asia Continent. Meanwhile, Okinawa is widely known as a hotspot in archaeology and a lot of ancient remains and digs have been excavated for recent years. Sakitari Cave, where world’s oldest fishhooks were discovered, is one of the most famous archaeological sites in Okinawa.
In this study, fossil shells of a freshwater snail *Semisulcospira libertina* excavated at Sakitari Cave in Okinawa-jima were investigated. These samples were from two sediment layers dated to 13-16 ka and 23 ka in the cave. We measured stable carbon and oxygen isotope ratios and trace element concentrations at intervals of 1 mm along the growth direction of the snails to reconstruct seasonal temperature variations during the Last Glacial Maximum and the last deglaciation. To estimate paleo-temperature and -oxygen isotope composition of precipitation accurately, we also measured oxygen isotope composition of fluid inclusion water in a stalagmite collected near the archaeological site. Comparing with chemical composition of living *S. libertina* shells collected around the site, estimated annual mean temperature was about 8 ˚C and 6˚C lower at 23 ka and 13-16 ka than at the present. Summer temperature has largely increased from 23 ka to 13-16 ka relative to winter temperature, which is consistent with North Hemisphere insolation changes in summer and winter. Our results indicate that the increase of mean air temperature around Okinawa-jima was larger than that of seawater temperature in the northwestern Pacific Ocean during the last deglaciation. This inconsistency is a significant finding for better understanding of past climate changes associated with the East Asian Monsoon.

キーワード：貝化石、石筍、酸素同位体組成、古気温、沖縄、洞穴遺跡
Keywords: fossil snail, stalagmite, oxygen isotope composition, paleo-temperature, Okinawa, archaeological cave

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

最終退氷期のアラスカ湾における珪質鞭毛藻・渦鞭毛藻と融氷水との関係
Silicoflagellate and *Actiniscus* response to meltwater during the last deglaciation in the Alaska margin

*友川 明日香[1]、岡崎 裕典[1]、小野寺 丈尚太郎[2]、堀川 恵司[3]
*Asuka Tomokawa[1], Yusuke Okazaki[1], Jonaotaro Onodera[2], Keiji Horikawa[3]

1. 九州大学理学部地球惑星科学科、2. 海洋研究開発機構地球環境観測研究開発センター、3. 富山大学大学院理工学研究部(理学)
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, 2. Research and Development Center for Global Change, JAMSTEC, 3. Graduate School of Engineer and Science, University of Toyama

珪質鞭毛藻は、生物源オパール骨格を持つ植物プランクトンであり、その化石群集は生層序や古環境復元に利用されている。現生の珪質鞭毛藻群集は、熱帯から温帯に生息するDictyocha属と亜寒帯から極域に生息するStephanocha属に大別され、その比（Dictyocha/Stephanocha比）が海表面水温と対応していることが知られている。Actiniscus pentateriasは生物源オパール骨格を持つ渦鞭毛藻類の一種で、低塩分水の指標として用いられる。アラスカ湾は、北東太平洋に位置し、西方のアラスカ半島と東方のアレクサンダー諸島の間に挟まれている。その沿岸域の出入りの多いフィヨルドは、最終氷期に北米大陸西部に存在したコルディレラ氷床が残した氷河地形である。本研究では、アラスカ湾堆積物中の珪質鞭毛藻・渦鞭毛藻群集組成とコルディレラ氷床の融氷との関係を解明することを目的とする。2017年夏に学術研究船白鳳丸KH17-3航海においてアラスカ湾で採取されたKH-17 CL14コア（59° 33.350’ N, 144° 09.344’ E、水深695 m）を研究に使用した。CL14コア試料は、最終氷期以降の過去17000年間を記録していることが浮遊性有孔虫殻の放射性炭素年代測定によって示されている。CL14コア試料の層準は、最終退氷期における千年スケールの温暖イベントであるベーリングアレレード（BA, 14600-12900年前）と寒冷イベントであるヤンガードリアス（YD, 12900-11500年前）を完全に含んでおり、本研究では48層準を選び、スライドを作成した。作成したスライドを光学顕微鏡下で観察し、珪質鞭毛藻は1サンプルにつき100個体を同定・計数、渦鞭毛藻のActiniscus pentateriasは試料の乾燥重量当たりの個体数を計数した。出現した珪質鞭毛藻の分類を行い、Dictyocha属7種2亜種とStephanocha属4種を同定した。KH-17 CL14コアにおける珪質鞭毛藻群集組成は、YD以降にDictyocha属（低-中緯度）が全群集の約半数を占めた一方で、BAにStephanocha属（高緯度）の割合が増加し、特にStephanocha speculumが多産した。このことは、CL14コアのDictyocha/Stephanocha比が最終退氷期の温暖/寒冷イベントを単純に反映していないことを示唆している。また、渦鞭毛藻Actiniscus pentateriasの個体数はBA後半とYDの直後にピークを示し、低塩分化を示唆した。この低塩分化は、コルディレラ氷の融氷水による可能性が高い。この解釈は、BA後半とYD直後のActiniscus pentateriasの増加のタイミングが、それぞれ融氷水パルス1Aおよび1Bと一致することと矛盾しない。また、北太平洋高緯度域の生物生産がBAに増加することが報告されている。その理由としてLam et al. (2013) は、融氷水の流入が海洋表層の成層化を発達させることで光環境が改善したという説を唱えている。CL14コアの最も多く産出する珪質鞭毛藻群集種は、BA/YDを境にStephanocha speculum からDictyocha mandraiに移り変わった。現在のアラスカ湾においてStephanocha speculumは、高生物生産指標となることがTakahashi (1989) によって指摘されている。したがって、BAの高いStephanocha属の産出は、コルディレラ氷床の融氷に起因する高い生物生産に伴うものであろう。

キーワード：珪質鞭毛藻、アラスカ湾
Keywords: Silicoflgellate, Gulf of Alaska

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Application of the ramped pyrolysis ^{14}C dating to postglacial sediments from the Alaskan margin, Arctic Ocean

*鈴木 健太[1]、山本 正伸[1,2]、Brad Rosenheim[3]、大森 貴之[4]、Leonid Polyak[5]
*Kenta Suzuki[1], Masanobu Yamamoto[1,2], Brad Rosenheim[3], Takayuki Omori[4], Leonid Polyak[5]

1. 北海道大学大学院環境科学院、2. 北海道大学大学院地球環境科学研究院、3. 南フロリダ大学海洋科学大学、4. 東京大学総合研究博物館、5. オハイオ州立大学バード極地研究所
1. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, 2. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 3. College of Marine Science, University of South Florida, 4. The University Museum, The University of Tokyo, 5. Bard Polar and Climate Research Center, Ohio State University

Radiocarbon dating of biogenic carbonates, such as foraminiferal tests, is commonly used for dating marine sediments up to 50 ka old. However, in carbonate-poor environments, such as typical for polar seas, direct dating of carbonaceous material is difficult, while bulk organic matter (OM) may contain a mixture of carbon with different ages. Rosenheim et al. (2008) developed the ramped pyrolysis ^{14}C dating of the bulk OM based on incremental generation of CO_2 from a range of carbon fractions, from highly reactive to more thermochemically stable. Application of this approach to Southern Ocean sediments showed that ages of highly-reactive, lower temperature fractions were considerably younger than other fractions and the bulk ^{14}C age. In this study, we explore ramped pyrolysis ^{14}C dating in Arctic Ocean sediments from the Alaskan margin to determine if the same relationships hold true.
Samples were taken from two sediment cores collected on the 2005 HOTRAX expedition and comprising Holocene marine and older glaciomarine strata (Darby et al., 2009a). Several ^{14}C ages have been generated on the Holocene biogenic carbonates (Darby et al., 2009b). New samples from both the Holocene and older sediments were pyrolyzed from room temperature to 900 ˚C, and the released, purified CO_2 fractions were sealed in borosilicate glass ampoules at the University of South Florida. Measurement of $\Delta^{14}C$ was conducted at the University of Tokyo.
Pyrolysis followed by oxidation generated three peaks of CO_2 at ~300 ˚C, ~400 ˚C and ~540 ˚C, which were deconvolved into three Gaussian peaks (G1 to G3). These peaks were interpreted to reflect the consecutive degradation of oxygen-containing OM functional groups, cleavage of carbon-carbon bonds, and cleavage of aromatic ring carbon, respectively. In this scenario G1 contains most of the autochthonous carbon from the sediment. We found that the slopes of the G1-G3 ^{14}C ages plotted against temperature of the Gaussian centroid are proportional to the offset between ^{14}C ages of G1 and earlier analyzed biogenic carbonates from the same core levels. Assuming that this relationship is a constant function of the overall measured age spectra, we propose to use it for estimating sediment ages from the ramped pyrolysis ^{14}C data. The estimated G1 age offsets range from 800 to 3,000 years in the Holocene and from 4,000 to possibly as high as 5,000 years in the older glaciomarine sediments.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

浮魚類の個体数指標としての堆積物中環境DNAの利用可能性
Utility of sedimentary environmental DNA for indices of past pelagic fish species populations

*玉井 大道[1]、加 三千宣[2]、土居 秀幸[3]、源 利文[4]
*Hiromichi Tamai[1], Michinobu Kuwae[2], Hideyuki Doi[3], Toshihumi Minamoto[4]

1. 愛媛大学大学院理工学研究科、2. 愛媛大学沿岸環境科学研究センター、3. 兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科、4. 神戸大学大学院人間発達環境学研究科
1. Graduate School of Science and Engineering, Ehime university, 2. Center for Marine Environmental Studies, Ehime university, 3. Graduate School of Simulation Studies, University of Hyogo, 4. Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University

これまで、100年を超える海洋の魚類記録は堆積物記録には堆積物中の魚鱗を用いたイワシ類の記録(Kuwae et al., 2017)や、堆積物中の安定同位体比によるサーモンの記録（Finney et al., 2002）などが報告されているが、多くの有用魚種のうち、わずかな魚種の記録しか報告されていなく、過去の動態が不明である。そのために、ほとんどの有用魚種の個体数が、漁獲量記録が残る20世紀よりも前の時代にどのような長期変動を示し、どのような要因で変動していきたのかについてはほとんど明らかになっていないのが現状である。そこで本研究では、魚類の個体数を知るうえで新たな指標となりうる環境DNAに注目する。本研究は環境DNAが海底堆積物から浮魚類の個体数変動を明らかにする上で有効な指標となりうるかを評価すること、さらに海洋堆積物中に保存される環境DNAのソースを解明することを目的とした。

本研究で用いた海底柱状堆積物試料は、愛媛大学が所有する調査船『いさな』において、大分県別府沖で採取し[M1] た。本研究では、アシュラコアラーを用いて得られた3試料とグラビティーコアラーを用いて得られた4試料、計7試料を用いた。本研究では、堆積物中に魚鱗が多く残るカタクチイワシ（*Engraulis japonicus*）・マイワシ（*Sardinops melanostictus*）と魚鱗がほとんど残らないマアジ（*Trachurus japonicus*）にターゲットを絞った。堆積物中の環境DNAは、定量PCR法を用いて増幅・定量し、単位重量当りのコピー数を復元した。堆積物試料からDNAを抽出した後、DNeasy Powersoil kit（QIAGEN社）を用いて堆積物中の環境DNAを精製した。これをTacMan®定量PCRでDNAを測定し、検量線を用いてDNAのコピー数を定量し、単位乾燥重量当りのコピー数を求めた。得られたDNA濃度と同海域で得られた魚鱗堆積量、日本の漁獲量データを比較し、環境DNAの有効性を検討した。海洋堆積物中の環境DNAのソースがどこに由来するかを解明するため、海洋堆積物中の4つの画分にわけ、土壌、間隙水、魚鱗、骨についてDNA分析を行った。

本研究では、海洋堆積物中から環境DNAの抽出・定量化できた。カタクチイワシ、マイワシ、マアジの3種とも環境DNAと漁獲量との間に正の有意な相関が認められた。またカタクチイワシとマイワシの環境DNA濃度と魚鱗堆積量の比較に関しても有意な正の相関が得られた。以上の結果から環境DNAは過去の魚類動態を反映できる指標のひとつとなる可能性が高い。また、環境DNAは細粒画分の粒子サイズに高濃度で存在することが明らかになった。これは、堆積物中の粘土鉱物にDNA断片が吸着され、電気的に性質が変化した(Stotzky et al., 2000)結果、DNAが分解から免れた可能性が考えられる。

キーワード：環境DNA、堆積物コア、定量PCR、浮魚
Keywords: eDNA, sediment core, Quantitative polymerase chain reaction, pelagic fish

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

過去の海洋魚類群集を復元するための堆積物中魚類起源DNA抽出法の改善に関する研究

Improvements of extraction methods of sedimentary fish-origin DNA for reconstruction of marine fish communities

*倉田 純[1]、玉井 大道[2]、土居 秀幸[3]、源 利文[4]、加 三千宣[5]
*Jun Kurata[1], Hiromichi Tamai[2], Hideyuki Doi[3], Toshihumi Minamoto[4], Michinobu Kuwae[5]

1. 愛媛大学理学部地球科学科、2. 愛媛大学大学院理工学研究科、3. 兵庫県立大学大学大学院シミュレーション学研究科、4. 神戸大学大学院人間発達環境学研究科、5. 愛媛大学沿岸環境科学センター
1. department of earth science, Ehime university, 2. Graduate School of Science and Engineering, Ehime university, 3. Graduate School of Simulation Studies, University of Hyogo, 4. Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University, 5. Center for Marine Environmental Studies, Ehime university

Environmental DNA is DNA fragments derived from body fluids or skin fragments of macro organisms contained in water or soil. It is expected to can be a technology to reveal long-term fish community changes which still remains unknown in the world ocean. However, DNA in the sediments has a low concentration, therefore, it is difficult to detect for a various kind of fish species. The purpose of this research is to elucidate the method that can take sedimentary DNA more efficiently. At this time, we tested five DNA extraction methods including the conventional one together with beads beating time. Quantitative PCA results showed that Power Soil had the best yield in the replications. In addition, DNA extraction of *Truchurus japonicus* figured out a better yield by increasing the amount of sediment sample. There was a significant difference between 10 min. and 30 sec. of beads beating time, it is possible that there is a higher yield with short time beating. Our future works is to test whether DNA yield improves by shortening or eliminating bead beating, effectively removal of PCR inhibitors, and an utility of PCR inhibitor.

キーワード：環境DNA、海洋堆積物
Keywords: Environmental DNA, ocean sediment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

東京湾海洋堆積物コアを用いた後期完新世における古水温変動の復元
The paleotemperature reconstruction during the late-Holocene using the sediment core recovered from the Tokyo Bay, Japan

*梶田 展人[1,2,3,4]、原田 尚美[5]、佐藤 都[5]、小川 奈々子[1]、横山 祐典[1,2,4]、沢田 近子[1]、宮入 陽介[1]、宇都宮 正志[3]、鈴木 淳[3]、川幡 穂高[1,2,3]
*Hiroto Kajita[1,2,3,4], Naomi Harada[5], Miyako Sato[5], Nanako Ogawa[1], Yusuke Yokoyama[1,2,4], Chikako Sawada[1], Yosuke Miyairi[1], Masayuki Utsunomiya[3], Atsushi Suzuki[3], Hodaka Kawahata[1,2,3]

1. 東京大学　大気海洋研究所、2. 東京大学大学院　理学系研究科地球惑星科学専攻、3. 産業技術総合研究所　地質調査総合センター　地質情報研究部門　、4. 海洋研究開発機構　生物地球化学研究分野、5. 海洋研究開発機構　地球環境観測研究開発センター
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, Japan, 2. Department of Earth and Planetary Science, Graduate school of Science, The University of Tokyo, Japan, 3. Research Institute of Geology and Geoinformation, Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Japan, 4. Department of Biochemistry, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), Japan, 5. Research and Development Center for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), Japan

将来の気候変動による社会への影響が懸念されている現在、完新世の気候変動とその人類文明への影響について明らかにすることは重要である。東京湾周辺は、縄文時代において日本で最大の人口密集地帯であった。また、縄文時代以降においては幾度となく日本史上の大きな転換の舞台となった。中期～後期完新世における東京湾周辺の古環境変遷は、湾岸に分布する貝塚の群衆やサンゴなどの示相化石、歴史文書等に基づいて推定されてきたが、連続的かつ高時間解像度の復元記録はこれまで存在しなかった。

淡青丸KT12-06航海において東京湾から8.99mの海洋堆積物コアを採取した。堆積物コアに含まれていた22個の貝化石のAMS放射性炭素年代測定、および宝永噴火のスコリア層によって高精度の年代モデルを構築した結果、この堆積物コアには過去4500年間の古環境記録が連続的に含まれていることが判明した。生物生産量の指標となる全有機炭素量（TOC）測定、表層水温変動を定量的に復元できるアルケノン不飽和度（$U^{k'}_{37}$）測定、アルケノンを生成する円石藻の群集解析を行った。

TOCの値は、沿岸の開発が始まった1700AD以前は1.3～1.7 wt. %の範囲で安定して推移しており、恒常的な生物生産があったことが示唆された。コアに含まれる円石藻化石のほとんどは*G. oceanica*であり、*G.oceanica*の培養実験で求められた換算式を用いて$U^{k'}_{37}$からアルケノン古水温を計算した。約400 AD～現在のアルケノン水温は20.5℃～22.4℃（平均21.6℃）の範囲で変動した。1700 AD、1420 AD、1280 AD、1010 AD前後が比較的寒冷な時期であり、それぞれ太陽活動が低調であった、Maunder、 Spörer、Wolf、Oort極小期に一致していた。縄文後期～古墳時代に相当する約2500BC～400ADのアルケノン水温は、平均22.6℃と比較的高い水準で推移しており、先行研究における報告と大局的には一致していた。しかし、本研究の連続的かつ高時間解像度の温度復元記録によるとこの時期の表層海水温は数百年スケールで大きく変動（19.5℃～25.3℃）していたことが示唆された。特に520～440BCと2360～2280BCには大規模な寒冷期（それぞれ20.0℃、19.5℃）が認められた。前者は、弥生の小氷期とも呼ばれる500BC前後の寒冷期に相当し、太陽活動の低下に起因するものと考えられる。後者は、一時的なモンスーンの弱化によって全球的に異常な寒冷/乾燥化イベントが報告されている時期であり、東京湾もその影響を受けていた可能性が高いことが示された。縄文中期～弥生初期にかけて、東京湾周辺では水稲栽培が開始されず、狩猟採集をベースとした生活が続いていたが、その背景の一つにはこのような不安定な気候があったかもしれない。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：古気候、東京湾、後期完新世、アルケノン
Keywords: Paleoclimate, the Tokyo Bay, late-Holocene, Alkenone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

樹木年輪セルロースの酸素同位体比による立山の過去400年間の夏季モンスーン復元

Summer monsoon variability over the past 400 years in Tateyama, Japan, as reconstructed from tree-ring oxygen isotope data

*佐野 雅規[1]、森 滉太[1]、對馬 あかね[2]、李 貞[3]、安江 恒[4]、中塚 武[2,3]
*Masaki Sano[1], Kota Mori[1], Akane Tsushima[2], Zhen Li[3], Koh Yasue[4], Takeshi Nakatsuka[2,3]

1. 早稲田大学人間科学学術院、2. 名古屋大学、3. 総合地球環境学研究所、4. 信州大学
1. Faculty of Human Sciences, Waseda University, 2. Nagoya University, 3. Research Institute for Humanity and Nature, 4. Shinshu University

近年、樹木年輪の酸素同位体比による気候変動の復元がアジア各地を対象として進められている。年輪酸素同位体比は、樹木が成長する夏季の水環境（具体的には、相対湿度と降水の酸素同位体比）によって規定されており、それゆえ夏季モンスーンの変遷を過去に遡って精度良く復元できる。本研究では、富山県の立山に自生するキタゴヨウ（*Pinus parviflora* var. *pentaphylla*）から取得した年輪酸素同位体データに基づき、過去400年間にわたって夏季の相対湿度を復元するほか、既存の古気候データと比較することで、夏季モンスーンの時空間変動を把握することを目的とした。

立山の標高1500mにおいて2016～2017年に収集した数十個体のコアサンプルを分析に用いた。最初に、年輪幅の経年変動パターンを個体間で比較して年輪の形成年代を確定させたのち、年輪数が比較的多い5個体を同位体分析用のサンプルとして選別した。次いで、樹軸方向に1mm厚の薄板を作成したうえで、化学処理によってセルロースを抽出した。その後、顕微鏡を用いてセルロース板から年輪を1枚ずつ切り分け、熱分解式の元素分析装置を連結させた同位体比質量分析計で年輪セルロースの酸素同位体比を測定した。

得られた5個体の時系列は、酸素同位体比の経年変動が過去400年間にわたって個体間で良く同調しており、共通の気候因子が同位体比の変動を規定していることが分かった。全ての時系列を統合して得た標準年輪曲線を気象観測データと比較した結果、酸素同位体比は4～6月の相対湿度に対して負の有意な相関を示したほか、成長が旺盛な6月に特に高い相関が認められた。主に梅雨期を含む初夏の相対湿度を反映している立山の年輪酸素同位体比を、同じく夏季の相対湿度を反映している屋久島の年輪データと比較したところ、PDO指数が負（正）の時に両者の相関が上昇（下降）する特徴が検出された。両地点が南北に位置していることから、梅雨期の湿度がPDOの影響を受けて、南北間で同調する時期としない時期に分かれる可能性が示唆された。

キーワード：酸素同位体比、東アジアモンスーン、太平洋十年規模振動
Keywords: Oxygen isotope, East Asian monsoon, Pacific Decadal Oscillation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

珪藻分析を用いて復元された九州西岸池田池（大蛇池）の湖底堆積物中の過去4500年間のイベント性堆積物層

Eventural Layers of anciant disasters during these 4500 years at Lake Ikeda (Lake Daijya), western coast of Kyushu Island presumed by diatom assemblages in lake deposits

*鹿島 薫[1]、箕田 友和[1]、福本 侑[3]、原口 強[2]、山田 和芳[4]
*Kaoru Kashima[1], Tomokazu Mita[1], Yu Fukumoto[3], Tsuyoshi Haraguchi[2], Kazuyoshi Yamada[4]

1. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2. 大阪市立大学大学院理学研究科、3. 立命館大学、4. ふじのくに地球環境史ミュージアム
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, 2. Department of Geosicneces, Graduate School of Science, Osaka City University, 3. Ritsumeikan University, 4. Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka

池田池（大蛇池）は九州西岸、天草半島に位置する、東西南北約200ｍの小規模な沿岸湖沼である。もともとは潟湖であったが、アカホヤ火山灰堆積後、砂州で湖口をふさがれ、淡水湖沼となっている。Woodruff *et.al.*(2014)は、この池田池（大蛇池）において、湖底下1.9-2.1ｍの層準において、元寇時（AD1274, AD1281）の２層の台風堆積物を確認した。しかし、年代を推定できる資料が限られていること、２層の台風堆積物であることの根拠が限られていることなどの問題点も指摘されてきた。ただ、過去の巨大台風の痕跡が、海に面した小規模な湖沼の湖底に記録されていることは、九州西域の災害史を考察する上で極めて重要な手がかりとなる。

そこで、2016年に原口ほかによって、全長22ｍのボーリングコア試料が新たに掘削された。堆積物から得られた炭素14年代測定結果およびアカホヤ火山灰層より、過去約8000年間の堆積物が、湖底下にほぼ連続的に堆積していると推定された。

本研究では、そのうち上位9ｍ、年代として約4500年間における珪藻遺骸群集変動について、2-4ｃｍ間隔で分析を行った。その結果、Woodruff et.al.(2014)の示した元寇時の台風堆積物に加えて、合計5層のイベント性堆積物層を確認したのでここで報告する。

珪藻遺骸群集の特徴は以下のようにまとめられる。
(1)まず、研究を始めるにあたり、湖底表層堆積物を採取し、ゆるやかに水洗ののち、SEMを用いて、堆積物観察を行った。湖底表層には多数の糞粒が堆積しており、それらは珪藻殻の集合からできていた。産出する珪藻は、*Aulacoseira*などの淡水浮遊生種、*Staurosira*など水草などに付着し、湖表面に漂うこともある淡水半浮遊生種であり、その種構成も限られていた。
(2) 池田池では、過去4500年間は、水深の小さい淡水湖沼環境が継続していた。そして*Aulacoseira*などの淡水浮遊生種、*Staurosira*など淡水半浮遊生種が優占して産出した。
(3)しかし、以下の5層準において、珪藻遺骸群集が急変することがわかった。これは、海水の流入などによる湖沼塩分の急変、周辺流域からの土砂流入が推定され、台風による高潮や土砂崩壊などのイベント性堆積物である可能性が高いと判断された。
(4)それぞれのイベント性堆積物の深度とその堆積年代は以下のようにまとめられる。Event 1 (7.26-8.26m): 4200-3800 yBP, Event 2 (4.32-4.40ｍ): 2000 yBP, Event 3 (3.20-3.28m): 1400 yBP, Event 4 (2.64-2.72m): 1000 yBP, Event 5 (1.22-1.90 m): 500-700 yBP.
(5)それぞれのイベントをもたらした要因（巨大台風などの）の決定のためには、他種の分析データの蓄積と、近隣データとの比較検討が必要である。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：珪藻遺骸、台風堆積物、沿岸湖沼、池田池（大蛇池）
Keywords: Diatom Assemblages, Typhoon Deposit, Coastal lake, Lake Ikeda (Lake Daijya)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

完新世における別府湾の半遠洋性泥およびイベント砂の鉱物組成変動
Variability of hemipelagic and event depositions in the Beppu Bay during Holocene

*入野 智久[1]、丸山 亜伊莉[1]、池原 研[2]、山本 正伸[1]、加 三千宣[3]
*Tomohisa Irino[1], Airi Maruyama[1], Ken Ikehara[2], Masanobu Yamamoto[1], Michinobu Kuwae[3]

1. 北海道大学　大学院環境科学院、2. 産業技術総合研究所　地質情報部門、3. 愛媛大学　沿岸環境科学研究センター
1. Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, 2. Institute of Geology and Geoinformation, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3. Center for Marine Environmental Studies, Ehime University

The Beppu Bay located in the northeast Kyushu Island, the southwestern Japan receives detrital materials mainly from two drainage systems, the Ohno River and the Oita River. The Ohno River has the head water region at the Mt. Kuju and Mt. Aso, flows eastward combining some tributaries from the south, and then flows northward to the Beppu Bay. Surface geology of the drainage area is roughly divided into two as intermediate to felsic volcanic area covered with andosol in the northeast and Paleozoic to Mesozoic sedimentary rocks covered with brown forest soil in the south. The drainage basin of the Oita River is located in the north of the Ohno River drainage, which is characterized by mafic volcanic rocks in the headwater region. Since the provenance of the Beppu Bay sediments has such geologically contrasted drainage systems, the temporal changes in the provenance for the sediment can be utilize to seek for the interrelationship among the western Pacific paleoceanography, East Asian monsoon, ecological response (fishery, vegetation, land use), and the erosion and sediment supply from hinterland basin. For this purpose, we examined mineral composition of BP09-3 core collected from the center of Beppu Bay as well as sediment from surface soils and river beds using X-ray powder diffraction.

As a result, quartz / feldspars ratio of the Beppu Bay sediment was within the range of surface soils in the drainage of Ohno River and Oita River. Detailed examination of peak shape of feldspar in X-ray diffractogram suggests grain size dependency of feldspar composition. Feldspars in finer materials showed more “mafic” composition suggesting that fine materials are dominantly supplied from Oita River drainage and / or mafic rock is more easily weathered and forms fine materials. We also applied statistical unmixing of mineral assemblage using PARAFAC algorithm on XRD profiles. Statistically distinguished subcomponents could be attributed to biogenic subcomponents, detrital subcomponents from the Ohno and Oita Rivers in hemipelagic mud as well as two detrital subcomponents in event sands with different origin.

Temporal variation of these statistical subcomponents in hemipelagic mud suggests that vegetation and / or land use change in the drainage area affected the relative importance of suspension loads from the Ohno River associated with the increase of detrital flux for the last 3,000 yrs. Composition of event sands also shows a consistent compositional change characterized by the relative increase of contribution from sandy material of the Ohno River bed. Increase in surface erosion in the Ohno River drainage may have been responsible for increases of fine and coarse materials supply and development of the delta at the river mouth.

キーワード：別府湾、堆積物、砕屑物、X線回折法
Keywords: Beppu Bay, Sediment, Detrital component, X-ray diffraction analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

別府湾堆積物に保存された葉理の組成と年縞としての可能性
The composition of laminae in the sediment of Beppu-Bay and potential as annual laminations

*鈴木 克明[1]、加 三千宣[2]、新井 和乃[3]、池原 研[4]、村山 雅史[3]
*Yoshiaki Suzuki[1], Michinobu Kuwae[2], Kazuno Arai[3], Ken Ikehara[4], Masafumi MURAYAMA[3]

1. 早稲田大学、2. 愛媛大学、3. 高知大学、4. 産業技術総合研究所
1. Waseda University, 2. Ehime University, 3. Kochi University, 4. AIST

大分県別府湾の堆積物は、とくに水深60m以深の最奥部は半遠洋性軟泥で構成され、その中にイベント的に堆積したと思われる砕屑物層（イベント層）が多数存在する。こうしたイベント層は周辺地域で観測・歴史的に多発している洪水、地震、噴火等の災害を記録している可能性が高い(Kuwae et al., 2013, Yamada et al., 2017)。本研究では、とくに厚さ1cm以下のマイナーイベント層の成因を観測記録との比較に基づいて明らかにするために、2017年6月に別府湾の４地点から採取した表層 堆積物（長さは最長で約1.2m）を用いて、高解像度年代モデルの構築と観測記録との対比を試みた。

採取した表層堆積物は、高知大学海洋コア総合研究センターにてCTスキャン、半割、断面画像撮影を行った後、蛍光X線マイクロスキャナITRAXを用いた高解像度元素組成分析を行った。また年代決定のため、放射性Pb, Csの濃度変化を4cm間隔で測定した。

別府湾の最奥部、水深60m以深の堆積物には明瞭な葉理構造が見られた。これらの葉理は複数のコア間でそのパターンが対比可能である。一方で別府湾の水深50m以浅では、より粗粒な構成要素が多くなり、葉理構造はほどんど見られなかった。ITRAXの分析結果およびその因子分析から、葉理は砕屑物の含有量変化によるものであることがわかった。またその他にも砕屑物含有量がスパイク的に増加し、かつ砕屑物組成が異なる層準が多数みられた。これらの層準の一部は明灰色ないし赤褐色の砕屑物に富んだ薄層、すなわちマイナーイベント層として肉眼でも確認でき、砕屑物が通常時と異なる供給源から大量に流入したことを示唆している。

放射性Pb, Csの測定結果は、先行研究で知られている豊後水道地震起源と考えられるイベント層Ev-1a（Kuwae et al., 2013）と概ね矛盾しない年代値が得られた。また葉理の計数を行ったところ、葉理の保存が悪い区間に関しては葉理の平均厚さ6~7mmを内挿すれば、葉理の累積枚数がPb, Csから得られた年代と矛盾しないことがわかった。このことから、別府湾最奥部の葉理は季節毎に異なる物質が流入し、擾乱なく保存されることで形成される年縞堆積物である可能性が高い。もし葉理が年縞であるなら、表層堆積物に年単位の高解像度な年代目盛を挿入でき、堆積物と観測記録の詳細対比が行える。

キーワード：別府湾、年縞
Keywords: Beppu Bay, annual lamination

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海洋大循環モデルによるPa/Thの全球シミュレーション
Simulation of global distribution of Pa/Th using an ocean general circulation model

*佐々木 雄亮[1]、岡 顕[1]
*Yusuke Sasaki[1], Akira Oka[1]

1. 東京大学大気海洋研究所
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

堆積物中の231Pa/230Th比は、氷期における海洋循環の強さを推定するプロキシデータの一つとして知られる。しかし、海水中の 231Pa,230Th の分布に関する観測データは少なく、その全球分布を決める過程の理解は不十分である。また、いくつかのモデル研究も行われてきたが、それらは観測データを十分に再現しているとはいえない。そこで本研究は、近年GEOTRACESなどの計画により海洋中の231Pa、230Th溶存態分布が豊富になってきたことを踏まえ、観測に則する分布を海洋大循環モデルで再現することを第一の目標とした。具体的には、231Pa,230Th が海洋中の沈降粒子によって除去される過程を再現した先行研究 (Siddall et al., 2005) のモデルを元に、近年提示された海底の懸濁層における粒子除去過程 (bottom scavenging; Okubo et al., 2012; Roy-Barman, 2009) や、沈降除去強度の粒子濃度依存性 (Henderson et al., 1999) を導入することで、観測の分布をよく再現するためのモデル改良を行った。また本研究では、また、最も観測に則した実験結果(Control実験)について、分布を形成する要因を、鉛直一次元過程、海洋の移流・拡散、bottom scavengingの三つに切り分けるための追加実験を実施した。そして、その結果を解析することで、それらの過程が堆積物中の231Pa/230Th比の全球分布に与える影響を明らかにした。

モデルの改良・パラメタ調整の結果、GEOTRACESで観測された 231Pa,230Th の溶存態の分布を現実的に再現することができた。bottom scavengingを考慮したことにより先行研究(Rempfer et al., 2017) でも示唆されるように、231Pa,230Th ともに深層の分布が改善されることが確認できた。bottom scavenging を考慮することで231Paに関しては現実的な溶存態分布が再現できた一方で、230Th の溶存態の分布はbottom scavenging の考慮だけでは十分に観測を再現できなかった。そこで230Th の溶存態の分布を再現する為、Siddall et al. (2005) で示された粒子除去強度のパラメタの値を再調整するとともに、Henderson et al. (1999) にならい、沈降除去強度の海洋中の粒子濃度依存性を考慮した実験を行った。その結果、230Th の溶存態の分布に関してもより現実的に再現することができた。

次に、観測を最もよく再現した数値実験(Control実験)について、堆積物中の 231Pa/230Th 比の全球分布を決める過程を議論した。解析の結果、その比を決める過程は、231Pa と 230Th　にかかる移流・拡散の寄与の違いにより大部分が説明できることを確認した。これは、移流の 231Pa のみへの影響を抽出した実験においても、231Pa/230Th 比の分布を概ね再現できたことから判断できる。一方、bottom scavenging は231Pa に対するこの移流・拡散の効果を抑制する方向にはたらき、231Pa/230Th 比の海域間の勾配を弱めることが分かった。さらに、231Pa と比較すると寄与は小さいが、移流・拡散は 230Th の分布形成に対してもはたらき、231Pa に対する移流・拡散の寄与で生じる 231Pa/230Th 比の勾配を弱める方向にはたらくことがわかった。

本研究では、現代の海洋物理場を用いたモデル実験において、分配平衡定数に依存する鉛直一次元的な過程、移流・拡散の過程、bottom scavengingの過程の三つに切り分け、それぞれの過程が堆積物中の231Pa/230Th比の全球分布に与える影響について評価を行うことができた。今後、氷期海洋について同様の実験を行うことで、氷期の大西洋子午面循環の強度を推定するプロキシデータとしての堆積物中の231Pa/230Th比に関する理解が深められると考えられる。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

キーワード：231Pa/230Th比、海洋循環指標、bottom scavenging、海洋大循環モデル
Keywords: 231Pa/230Th ratio, proxy of ocean circulation, bottom scavenging, ocean general circulation model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

古水温復元のための北太平洋珪質鞭毛藻データセット構築と堆積物コアへの応用

Construction of modern silicoflagellate assemblage dataset in the North Pacific for paleo sea-surface temperature and its application for sediment cores

*岡崎 裕典[1]、西園 史彬[1]、谷崎 恭平[1]
*Yusuke Okazaki[1], fumiaki nishizono[1], Tanizaki Kyohei[1]

1. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University

珪質鞭毛藻は、生物源オパールの骨格を持つ海生植物プランクトンである。現生の珪質鞭毛藻は、主に低・中緯度に生息する*Dictyocha*属と、主に中・高緯度域に生息する*Stephanocha*属の２属に大別され、２属の比を取ることで定性的な温度指標になることが知られている。モダンアナログ法は、現生群集データセット（表層堆積物試料中の珪質鞭毛藻群集組成と現場の水温との関係）と化石データセットを基に定量的復元を行う手法である。Poelchau (1976) は、北太平洋の広域における表層堆積物試料中の珪質鞭毛藻群集組成を明らかにし、このデータは現生群集データセットの主要部分となり得る。本研究ではモダンアナログ法に用いる現生群集データセットに北西太平洋域のデータを追加し、新たな現生群集データセットを構築し、堆積物コアに適用することを目的とした。本研究で用いたモダンアナログ法には (1) 表層（＝現世）データセット、(2) 化石データセット、(3) 表層データセットに対応する現世気候のデータセットの３点が必要となる。(1) 表層データセットについては、Poelchau (1976) による96地点のデータに加え、日本周辺海域から採取された表層堆積物78サンプルのデータを追加した。各表層堆積物試料につき100殻の珪質鞭毛藻個体を同定・計数し、Poelchau (1976) のデータに合わせ3属7種に分類し表層データセットを構築した。(2) 化石データセットは日本海若狭湾で採取されたKR15-10 PC05コアと、東シナ海男女海盆で採取されたKY07-04 PC01コアを用いた。いずれの試料も最終氷期以降の珪質鞭毛藻群集組成データが得られている。(3) 表層データセットに対応する現世気候のデータセットはWorld Ocean Atlas（NOAA, 2016）で公開されている1955年 - 2012年の年平均表層水温の0.25度グリッドのデータを用いた。各表層堆積物サイトに最も近傍の点における水深0 mの水温データを用いた。モダンアナログ法は花粉群集用に開発されたPolygon 2.4.4を使用した（中川, 2008）。日本海若狭沖コアについては、最終氷期の低水温と完新世の高水温を復元でき、最終退氷期に12 ka -14.5 kaに持続的な水温上昇がみられた。東シナ海男女海盆コアの古水温復元結果は、最終氷期（10-15˚C）から完新世（20-25˚C）までを示し、最終退氷期に大きな変動があった。KY07-04 PC01コアでは、浮遊性有孔虫殻のMg/Ca比（20-25˚Cの変動幅）と有機化合物TEX86（7-20˚Cの変動幅）を用いた古水温復元の先行研究がある (Kubota et al., 2010; Nakanishi et al., 2012) 。本研究の古水温復元値は2つの先行研究の中間値を示したが、変動パターン、特に最終退氷期の変動は2つの先行研究とは異なるものであった。

キーワード：珪質鞭毛藻、モダンアナログ法、古水温、最終氷期、日本海、東シナ海
Keywords: Silicoflagellate, Modern analog technique, paleo temperature, Last glaciation, Japan Sea, East China Sea

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

有明海堆積物中のマイクロプラスチック含量
Microplastics in surface sediments of the Ariake Bay

園田 拓希[1]、*岡崎 裕典[1]、磯辺 篤彦[2]
Hiroki Sonoda[1], *Yusuke Okazaki[1], Atsuhiko Isobe[2]

1. 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2. 九州大学応用力学研究所
1. Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University, 2. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University

マイクロプラスチックは、5 mm以下のプラスチック片のことを指す。日本周辺海域でのマイクロプラスチック浮遊数は、世界の海洋の平均値を大きく上回っており、マイクロプラスチック汚染が懸念されている。マイクロプラスチックは最終的に海岸や海底に堆積して海洋から除去されるが、その沈降・堆積過程はよくわかっていない。そこで本研究は、有明海熊本沖の堆積物中におけるマイクロプラスチックの含量を明らかにすることを目的とした。有明海熊本沖の11測点で2016年12月にエクマンバージを使って採取した表層堆積物試料を使用した。熊本市街地の北と南にはそれぞれ白川と緑川が流れ、有明海に注いでいる。白川河口の1測点と緑川河口の2測点においても表層堆積物試料を直接チャック付きプリ袋に採取した。堆積物試料を凍結乾燥させ、50 g を目安に乾燥重量を秤量した。乾燥試料を目合い63 μmの篩に載せ、水道水で細粒の粒子を洗い流したのち、300 mLのガラスビーカーに移した。ビーカー内の試料を水道水で攪拌し、浮遊した残渣と沈殿した残渣をそれぞれ別々のろ紙に回収した。ろ紙に回収した浮遊残渣試料を、再度ビーカーに移し、1N塩酸20 mLと10% 過酸化水素水20 mLを加え、天板温度200˚Cのホットプレートで1時間加熱した。反応終了後にElix水を加え、ナイロン製プランクトンネット生地（目合い63 μm）を使って作成した簡易篩を通し、Elix水でよく洗い酸抜きを行った。簡易篩上の残渣をろ紙に回収し、40˚Cの定温乾燥器で一晩乾燥させた。 乾燥させた試料は、筆を使って薬包紙に移しガラスバイアルに回収した。実体顕微鏡下で目合い300 μmと150 μmの篩にかけた試料からプラスチックの可能性がある粒子を拾い出した。拾い出した粒子がマイクロプラスチックかどうかはフーリエ変換赤外分光法（FT-IR）により判定した。フーリエ変換赤外分光計 (FT-IR alpha; Bruker Optics K.K., Tokyo, Japan) を使用し、データベース上の標準物質とスペクトル比較を行い、ヒットクオリティが400以上のものをマイクロプラスチックと判定した。なお、堆積物試料の測定に先立ち、凍結乾燥および天板温度200˚Cのホットプレート上での加熱はFT-IRによるプラスチックの同定の支障とならないことを確認している。測定の結果、有明海熊本沖の11測点において合計18個、河口の3測点において合計8個のマイクロプラスチックを検出した。検出したマイクロプラスチックの種類はPPやPE（特に高密度PE）が主で、エチレン・酢酸ビニル共重合樹脂（EVA樹脂）も見つかった。有明海熊本沖堆積物試料中のマイクロプラスチックはほぼ一様に分布しており、沿岸や河口域からの距離との明瞭な関係は見られなかった。有明海熊本沖11測点におけるマイクロプラスチック含有量（堆積物乾燥重量1 kgあたりのマイクロプラスチック個数）の平均値は、29 pieces kg^{-1}であり、東京湾運河部のマイクロプラスチック含有量（約8000 pieces kg^{-1}）よりも顕著に少なかった。有明海熊本沖（120 km^2）のマイクロプラスチックの堆積量を概算したところ、5×10^9から2×10^{10}個 yr^{-1}と見積もられた。このことは比重が1よりも小さなマイクロプラスチックが比較的速やかに堆積物に除去されていることを示した。

キーワード：マイクロプラスチック、海底堆積物、有明海
Keywords: Microplastics, Marine sediments, Ariake Bay

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 13:45 ~ 15:15 | 303 3F

[M-IS26] 南北両極のサイエンスと大型研究

コンビーナ:野木 義史(国立極地研究所)、中村 卓司(国立極地研究所)、杉本 敦子(北海道大学 北極域研究センター)、杉山 慎(北海道大学低温科学研究所)、座長:末吉 哲雄(国立極地研究所)、野木 義史(国立極地研究所)

極域を焦点とする将来的な分野横断型の研究の枠組や計画の議論を通して、今後学術の大型研究として進めるべきサイエンスを検討する場を提供し、日本学術会議が３年ごとに発表している学術の大型研究マスタープランへの極域科学の対応を議論する場として企画した。
極域での変動は、地球システムの将来予測に不可欠である。南極とグリーランドは、海水準で約70mに相当する地球上の淡水のほとんどを保持している。さらに、極域では高密度の海水により深層水が形成され、熱塩循環を駆動しており、熱塩循環の変化は、地球環境に大きな影響を与えると考えられる。これらのことは、極域が地球環境や海水準変動を支配する鍵となっている事を示している。しかしながら、極域は地球システムの中でも未だ理解の進んでいない領域であり、系統的な様々な現場観測が必要とされている。このような背景を踏まえ、極域科学分野として学術の大型研究マスタープランへの提案等の大型研究計画を検討議論する。

13:45 ~ 14:00

[MIS26-01] Antarctic Circumpolar Interdisciplinary Survey - ACIS

★Invited Papers

*Robin Elizabeth Bell[1]、Kirsteen Tinto[1]、Xiaojun Yuan[1] (1.Lamont Doherty Earth Observatory of Columbia University)

14:00 ~ 14:15

[MIS26-02] 「大型研究計画に関するマスタープラン」における極域科学の提案について

*中村 卓司[1]、杉本 敦子[2]、杉山 慎[2]、野木 義史[1]、末吉 哲雄[1] (1.国立極地研究所、2.北海道大学)

14:15 ~ 14:30

[MIS26-03] グリーンランドおよび南極氷床の質量収支変動の理解に向けて

青木 輝夫[1,2,4]、庭野 匡思[4]、*末吉 哲雄[2,3] (1.岡山大学、2.情報・システム研究機構　国立極地研究所、3.国立研究開発法人 海洋研究開発機構、4.気象研究所)

14:30 ~ 14:45

[MIS26-04] **Modelling Perspective for the Past and Future tipping points of ice-sheets and climate**

*阿部 彩子[1,2,3]、齋藤 冬樹[2]、小長谷 貴志[1]、Greve Ralf[4]、シェリフ多田野 サム[1] (1.東京大学大気海洋研究所、2.JAMSTEC、3.国立極地研究所、4.北海道大学)

14:45 ~ 15:00

[MIS26-05] 氷床変動に起因する海水準上昇予測 －無人・遠隔技術を活用した極域研究拠点形成－

*田村 岳史[1]、奥野 淳一[1]、菅沼 悠介[1]、末吉 哲雄[1]、野木 義史[1]、中村 卓司[1] (1.国立極地研究所)

15:00 ~ 15:15

[MIS26-06] Future Research Plan in the Polar region

*野木 義史[1]、末吉 哲雄[1]、中村 卓司[1] (1.国立極地研究所)

Antarctic Circumpolar Interdisciplinary Survey - ACIS

*Robin Elizabeth Bell[1], Kirsteen Tinto[1], Xiaojun Yuan[1]

1. Lamont Doherty Earth Observatory of Columbia University

Constraining how fast sea levels will rise around the globe in the coming decade requires a vastly improved interdisciplinary understanding of how the heat from the warming circumpolar ocean waters will cause rapid change in the Antarctic ice sheets. Advancing our knowledge of the rates of change requires improved observations of the ice, the ocean and the solid earth and bringing together scientists from these disciplines to address the key questions: (i) How much ice passes over the Antarctic grounding line each year? (ii) How does ocean circulation influence ice flow over the grounding line, and how will it change? And (iii) How will changes in ice mass affect sea level around the world? Like many major problems facing humans, the constraining the future rate of change of the Antarctic ice sheets is a problem that must be addressed through shared resources and coordinated science –across nations and across disciplines.

Here we present the vision of the Antarctic Circumpolar Interdisciplinary Survey that will allow us to better project future sea level rise from Antarctica. To address the questions requires data from all around the Antarctic ice sheet on the thickness of the ice entering the global oceans across the grounding line, the bathymetry surrounding the ice sheets and the dynamics of the warming ocean. Key observations cannot be obtained from space and require collaborative work on the ice sheet and the circumpolar Antarctic ocean. Together the international community has the capacity to address this question. Ongoing international efforts and technological advances have developed a wide range of capabilities for direct and remote sensing of the ice, ocean and rock around Antarctica. Understanding how much ice is flowing across the grounding line can be measured with using small aircraft based at permanent bases or field camps around the continent, long range aircraft based off continent and from drones launched form ships. The water depth close to the ice sheet can be obtained with ground-based explorations, airborne observation submersibles or gliders. Salinity and temperature are measured from a broad span of instruments, with additional sensors measuring current velocity, tidal variation and biogeochemical markers also deployed. Most oceanographic work operates from ships, but coastal sites also provide platforms for ocean observations, and profiling floats can successfully be deployed from aircraft. Like the International Polar Years and other large collaborative project this effort can serve as a future focal point for Antarctic Science through SCAR and other international programs.

Keywords: Antarctica, sea level, interdisciplinary

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

「大型研究計画に関するマスタープラン」における極域科学の提案について
Proposal of Polar Science to Master Plan 2020

*中村 卓司[1]、杉本 敦子[2]、杉山 慎[2]、野木 義史[1]、末吉 哲雄[1]
*Takuji Nakamura[1], Atsuko Sugimoto[2], Shin Sugiyama[2], Yoshifumi Nogi[1], Tetsuo Sueyoshi[1]

1. 国立極地研究所、2. 北海道大学
1. National Institute of Polar Research, 2. Hokkaido University

日本学術会議の学術の大型研究マスタープランは、今後10年程度で取り組むべき大型研究計画を、分野を問わず集めたものである。過去2年の検討を経て、極域科学分野を代表して「氷床変動に起因する海水準変動予測」をマスタープラン2020への提案として、 2019年3月に提出した。

従来の「極域科学のフロンティア」計画では、過去の地球環境変動を高精度に記録する一方で、複数のティッピングポイントを内在し全球へのインパクトが大きい極域の気候・環境変化の仕組みをシステム科学として解明すべく、相互に深く関係する極域の重要プロセスやデータを網羅する総合的・学際的な研究提案を行ってきた。評価としては総花的とのご批判を受けることも多かった。また南極地域観測事業といった国家事業の部分について、学術会議のマスタープランに馴染むものなのか、極地研の固有のミッションなのではないかといったご批判を受けることもあった。大学共同利用機関が全国の研究者を取り纏めて要求をすることは、本来マスタープランの本質であるものの、やはりIGY(国際地球観測年)以来の大規模な国家事業としての歴史のイメージが強く残っていることは一考に値することであろう。そこで、2020年のマスタープランには、南極観測事業そのものと北極環境研究の最近補助金として実施しているプロジェクトとは少々棲み分けの様相をもつような切り口で提案をまとめることとした。もちろん、これらの事業やプロジェクトとの連携が重要であることはいうまでもない。すなわち、マスタープラン2020への提案としては、これまでの方針を見直し、社会へのインパクトが最も大きい海水準変動予測を出口として設定して研究課題を絞り込み、氷床変動を総合的に研究する提案として再構成した。

本講演では大型研究をとりまく状況を紹介するとともに、これまでの極域科学の大型研究計画の取り組みをレビューし、本提案の検討経緯を説明し、セッションでの議論や今後の取り組みに対する検討の口火を切ることを目的とする。南極・北極は、宇宙惑星科学、大気水圏科学、固体地球科学など多様な分野が結束してとりかかるべき重要な研究フィールドとなっており、ぜひとも国民やステークホルダーにその重要性を広く理解いただくことが肝要であり、JpGUの皆様の支援を得たいと考える。

キーワード：南極、北極、海水準変動
Keywords: Antactic, arctic, Sea level rise

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

グリーンランドおよび南極氷床の質量収支変動の理解に向けて
Towards the understanding of mass balance variation of Arctic and Antarctic ice sheets

青木 輝夫[1,2,4]、庭野 匡思[4]、*末吉 哲雄[2,3]
Teruo Aoki[1,2,4], Masashi Niwano[4], *Tetsuo Sueyoshi[2,3]

1. 岡山大学、2. 情報・システム研究機構　国立極地研究所、3. 国立研究開発法人 海洋研究開発機構、4. 気象研究所
1. Okayama Univ., 2. National Institute of Polar Research, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. Meteorological Research Institute

グリーンランドと東西南極の氷床は地球最大の淡水貯蔵庫であり、これら氷床の変動は単に海水準のみならず、深層水形成の変調を通して全球の気候に影響を与えうる。そのため両極の氷床は地球環境の変動研究・予測において大きな重要性を持っている。

北極では温暖化増幅により気候変動の影響が最も顕著に現れ、グリーンランドでは90年代後半から急激な融解が進行しており、2012年には観測史上初めて、表面全面で融解が生じるイベントが生じた。原因としては、北極温暖化増幅による気温上昇を背景に、内陸涵養域では雪温の上昇に伴う積雪粒径の増加、沿岸涵養域では裸氷域及び暗色裸氷域の増加によってアルベドが低下したこと、さらに末端部では海水温上昇による質量損失の増加が加わっていると考えられる(Box, 2013; Fettweis et al., 2013; 青木, 2015)。

南極では、標高の低い西南極の地上気温が全球平均よりも速いペースで温暖化し、氷流の加速による顕著な質量損失が観測されている一方、東南極域の地上気温には統計的に有意なシグナルは検出されておらず(Steig et al., 2009 など)、質量収支の傾向もはっきりしていない。さらに温暖化トレンドと重なって気温や降水量が大きく年々変化する原因は、質量収支の理解する上で大きな不確実性となっている。

このような両極の研究の現状を踏まえた上で、今後の研究を進める上で必要なこととして、以下が考えられる(青木, 2015):AWS観測網の展開と継続、現地観測によるプロセス研究、雪氷表面の放射過程・積雪変質過程などの物理過程のモデル化と、それらを組み込んだ次世代の極域領域システムモデルの構築。さらに数値実験の結果を衛星観測と組み合わせて検証していくという方向性が必要であろう。これらの研究は部分的には既に研究に着手されており、必要なインフラの一部と関連する研究者を、日本と日本の研究者コミュニティは既に有している。このアドバンテージを活かすことが重要であると考える。

キーワード：北極、南極、氷床、表面質量収支、領域気候システムモデル
Keywords: Arctic, Antarctic, Ice sheet, Surface mass balance, Regional climate system model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Modelling Perspective for the Past and Future tipping points of ice-sheets and climate

*阿部 彩子[1,2,3]、齋藤 冬樹[2]、小長谷 貴志[1]、Greve Ralf[4]、シェリフ多田野 サム[1]
*Ayako Abe-Ouchi[1,2,3], Fuyuki SAITO[2], Takashi Obase[1], Ralf Greve[4], Sam Sherriff-Tadano[1]

1. 東京大学大気海洋研究所、2. JAMSTEC、3. 国立極地研究所、4. 北海道大学
1. Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 2. JAMSTEC, 3. NIPR, 4. Hokkaido University

Ice sheet volume changes are the largest potential source of sea level change in the past and future. Since ice sheets are vulnerable under climate changes, it is important to carefully understand its dynamics and identify its irreversible behaveour, and critical threshold under climate change. Here I show modeling studies that simulate the past ice sheet change as well as climate change and discuss the implication for the studies needed to understand the tipping points both in past and future.

キーワード：気候、氷床、モデル
Keywords: climate, ice sheet, modelling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

氷床変動に起因する海水準上昇予測 ー無人・遠隔技術を活用した極域研究拠点形成ー

Prediction of sea level rise caused by ice sheet melt

*田村 岳史[1]、奥野 淳一[1]、菅沼 悠介[1]、末吉 哲雄[1]、野木 義史[1]、中村 卓司[1]
*Takeshi Tamura[1], Junichi Okuno[1], Yusuke Suganuma[1], Tetsuo Sueyoshi[1], Yoshifumi Nogi[1], Takuji Nakamura[1]

1. 国立極地研究所
1. NIPR National Institute of Polar Research

現在進行中の地球温暖化による海面上昇は、国土を消失させうる緊急の課題である。このため、精度の高い海水準変動の予測データは、人類の生存戦略にとって不可欠な情報と言える。将来の海水準上昇の大部分を占めかつ予測困難な要因は、両極に存在する巨大な氷床の融解である。現実的な海水準変動の予測を行うためには、過去の氷床変動を解明し、現在氷床融解を加速させている大気-氷床-海洋間の相互作用を解明した上で、未来の海水準変動をシミュレーションする必要がある。

本課題では、両極氷床の代表的な流出域および周辺海域と上流の氷床をターゲット観測域とし、最新の無人・遠隔技術を活用した極域研究拠点を形成する。拠点を活かした機動的な観測により、氷床の融解過程、流動の加速、末端部崩壊といった素過程を解明するとともに、衛星データも組み合わせて、氷床質量収支と海洋・海氷変動を明らかにする。これらの観測の知見を取り入れた両極氷床モデルと海洋モデルによるシミュレーションを、アイスコアや堆積物等の古気候データによる検証を経ることより、精度の高い海水準上昇予測を実現可能とする。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Future Research Plan in the Polar region

*野木 義史[1]、末吉 哲雄[1]、中村 卓司[1]
*Yoshifumi Nogi[1], Tetsuo Sueyoshi[1], Takuji Nakamura[1]

1. 国立極地研究所
1. National Institute of Polar Research

The changes in the polar regions most likely indicate the precursor and driving force of the global environmental changes, and these changes are essential for future projection of the Earth system. The Antarctic and Greenland ice sheet that holds most of the ice is the largest freshwater reservoir on the Earth, equivalent to about 70 m height of sea level. On the other hand, dense seawater produced in the polar regions formed bottom water that drives the thermohaline circulation. Changes in the thermohaline circulation are considered to be significant impacts on the global environment. Therefore, the polar regions are the key to global climate and sea level changes. However, the polar regions are still poorly unknown components in the Earth system due to the harsh weather conditions in these areas.
The interaction among the atmosphere, ice sheet, solid earth, and the ocean is vital to understand the system in the polar regions, and the various systematic field of scientific observations is required to elucidate the interaction. The scientific program and the framework of the integrated multidisciplinary study focused on the polar regions must be developed from the viewpoints of the global climate and sea level changes. Present scientific activities and plans in the polar region are summarized, and the future integrated multidisciplinary research plans in the polar region are discussed.

キーワード：北極、南極、氷床、海洋循環、地球環境
Keywords: Arctic, Antarctic, ice sheet, ocean circulation, global environment

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_24

[M-IS26] 南北両極のサイエンスと大型研究

コンビーナ:野木 義史(国立極地研究所)、中村 卓司(国立極地研究所)、杉本 敦子(北海道大学 北極域研究センター)、杉山 慎(北海道大学低温科学研究所)

極域を焦点とする将来的な分野横断型の研究の枠組や計画の議論を通して、今後学術の大型研究として進めるべきサイエンスを検討する場を提供し、日本学術会議が３年ごとに発表している学術の大型研究マスタープランへの極域科学の対応を議論する場として企画した。
極域での変動は、地球システムの将来予測に不可欠である。南極とグリーランドは、海水準で約70mに相当する地球上の淡水のほとんどを保持している。さらに、極域では高密度の海水により深層水が形成され、熱塩循環を駆動しており、熱塩循環の変化は、地球環境に大きな影響を与えると考えられる。これらのことは、極域が地球環境や海水準変動を支配する鍵となっている事を示している。しかしながら、極域は地球システムの中でも未だ理解の進んでいない領域であり、系統的な様々な現場観測が必要とされている。このような背景を踏まえ、極域科学分野として学術の大型研究マスタープランへの提案等の大型研究計画を検討議論する。

[MIS26-P01] Towards sustained ice–ocean observation network of East Antarctica

*青木 茂[1]、田村 岳史[2]、巻 俊宏[3]、杉山 慎[1] (1.北海道大学、2.国立極地研究所、3.東京大学)

[MIS26-P02] 南極とグリーンランドにおける深層アイスコア掘削

*川村 賢二[1,2,3]、東 久美子[1,2]、藤田 秀二[1,2]、中澤 文男[1,2]、大藪 幾美[1]、本山 秀明[1,2]、阿部 彩子[4,3] (1.情報・システム研究機構　国立極地研究所、2.総合研究大学院大学、3.海洋研究開発機構、4.東京大学)

[MIS26-P03] **南極大陸棚から深海底におけるコアーサイスミック統合解析から探る氷床・海氷・底層水の形成史解読**

*池原 実[1]、板木 拓也[2]、藤井 昌和[3] (1.高知大学海洋コア総合研究センター、2.産業技術総合研究所、3.国立極地研究所)

[MIS26-P04] 海水準変動予測に対する氷床-固体地球の相互作用の影響

*奥野 淳一[1,2]、野木 義史[1,2] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学)

[MIS26-P05] International organization's science plan and Japan's Arctic policy

*兒玉 裕二[1]、大畑 哲夫[1] (1.国立極地研究所)

Towards sustained ice–ocean observation network of East Antarctica

*青木 茂[1]、田村 岳史[2]、巻 俊宏[3]、杉山 慎[1]
*Shigeru Aoki[1], Takeshi Tamura[2], Toshihiro Maki[3], Shin Sugiyama[1]

1. 北海道大学、2. 国立極地研究所、3. 東京大学
1. Hokkaido University, 2. National Institute of Polar Research, 3. The University of Tokyo

Along with the anthropogenic climate change, changes in overturning circulations and ice mass of the Southern Ocean and Antarctic Ice Sheet are listed as the problems with huge social implications. In Amundsen Sea, West Antarctica, accelerations of basal melting of ice shelves and loss of ice mass have been observed. More recently, ice discharge of the Totten Glacier, East Antarctica, is shown to be accelerating, and a pathway of substantially warm water access has been discovered beneath the ice shelf. The ice mass behind the Totten Glacier is estimated to be 3.5 m of global sea level equivalent, and the bed rock configuration reveals a vulnerability of the maritime ice sheet instability. The acceleration of freshwater discharge can affect sea ice production and subsequent dense water formation. With the growing awareness on the importance of ice-ocean interaction and long-term variabilities off the East Antarctic Coast, observations at the ice-ocean boundaries above and underneath the sea ice and continental ice are indispensable.

Under the project called ROBOTICA for the 9th six-year plan (2016-2022) of the Japanese Antarctic Research Expedition, we are implementing broad oceanographic and cryospheric surveys using new technologies like tethered/moored profiling platforms, Remotely Operated Vehicle (ROV) and ice radars, together with the conventional observational methods. The observations here will help revealing the ongoing oceanic and cryospheric changes and set the baselines for the future changes.

Under the GRAntarctic (2017-2022) frame work, we start developing a new Autonomous Underwater Vehicle (AUV), suitable for under-ice survey of Antarctica. The AUV is designed to operate in the following 3 modes; Seafloor Tracking mode (bathymetry, imagery), Ice Tracking mode (ice shape, imagery), and Constant Depth mode (water survey).

Development of appropriate instruments and platforms of this kind is an urgent task, given the rapid progress of the environmental changes in the ice-covered ocean. To fully utilize this instruments, the basic ability required for a mother icebreaker is high, since she needs to cope with the requirements as a platform of various state-of-the art technologies in ice-covered ocean. Moreover, flexible operation from a long-term perspective such as revisiting the sites some years later will be effective.

キーワード：氷床ー海洋相互作用、南極氷床、南大洋、AUV、レーダー
Keywords: ice-ocean interaction, Antarctic Ice Sheet, Southern Ocean, AUV, ice radar

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南極とグリーンランドにおける深層アイスコア掘削
Deep ice corings in Antarctica and Greenland

*川村 賢二[1,2,3]、東 久美子[1,2]、藤田 秀二[1,2]、中澤 文男[1,2]、大藪 幾美[1]、本山 秀明[1,2]、阿部 彩子[4,3]
*Kenji Kawamura[1,2,3], Kumiko Goto-Azuma[1,2], Shuji Fujita[1,2], Fumio Nakazawa[1,2], Ikumi Oyabu[1], Hideaki Motoyama[1,2], Ayako Abe-Ouchi[4,3]

1. 情報・システム研究機構　国立極地研究所、2. 総合研究大学院大学、3. 海洋研究開発機構、4. 東京大学
1. National Institute of Polar Research, Research Organization of Information and Systems, 2. SOKENDAI (The Graduate University of Advanced Studies), 3. JAMSTEC, 4. University of Tokyo

The studies of deep ice cores and boreholes have provided records of past climatic and environmental changes on various time scales, as well as evidences on how the both polar regions have interacted through atmosphere and ocean to affect global climate. Understanding the processes and sensitivities that underlie the changes, through the ice-core analyses as well as in combination with climate and ice-sheet modeling, will underpin better understanding of the climate system and projections of its future change. In the next phases of Antarctic glaciological research, National Institute of Polar Research together with Dome Fuji Ice Core Consortium (ICC) and Third Dome Fuji Drilling Project plans to perform various activities related to the third deep ice-core drilling in the vicinity of Dome Fuji, in order to obtain an ice core with age much older than 800 kyr. This is also a contribution to International Partnership in Ice Core Sciences (IPICS) “Oldest ice core project”. During the JARE Phase IX, we have been investigating glaciological conditions (ice sheet surface, englacial and subglacial conditions) of the candidate area, and we will determine the exact location of the drilling site and start pilot hole drilling and casing to enable deep drilling. The deep drilling must then follow to actually recover the old ice. In Greenland, we currently participate in the East Greenland Ice Core Project (EGRIP) to better understand the dynamics and past changes of the fastest-flowing Northeast ice stream and to reconstruct the climate and environment changes during the past warm periods and during abrupt warmings during the last glacial period. After the EGRIP drilling is finished, the next Greenland deep ice coring will be carried out to obtain spatial variabilities of climate and ice sheet changes. By studying the ice core records from both polar regions, we can understand the mechanisms and global impacts of the polar climate changes such as glacial-interglacial transition and abrupt climate changes.

キーワード：南極、グリーンランド、アイスコア
Keywords: Antarctica, Greenland, Ice core

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南極大陸棚から深海底におけるコアーサイスミック統合解析から探る氷床・海氷・底層水の形成史解読

Understanding of whole history of Antarctic ice sheet, sea ice, and bottom water based on core-seismic integrated investigation from Antarctic continental shelf to deep sea floor

*池原 実[1]、板木 拓也[2]、藤井 昌和[3]
*Minoru Ikehara[1], Takuya Itaki[2], Masakazu Fujii[3]

1. 高知大学海洋コア総合研究センター、2. 産業技術総合研究所、3. 国立極地研究所
1. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, 2. GSJ, AIST, 3. National Institute of Polar Research

南極大陸の大陸棚から陸棚斜面には、南極氷床や南極底層水の影響を受けた特徴的な海底地形や堆積物が存在している。例えば、南極底層水が形成されているケープダンレー沖の陸棚縁にはガリ状の海底谷が多数発達しており、その一部は深海底まで続く深海長谷を形成している。これらの特徴は研究船によるマルチナロービーム音響測深、マルチチャンネル反射法地震探査などによって明らかにされており、白鳳丸KH-19-1次航海でも新たなデータが蓄積された。しかしながら、南極大陸棚は海氷や氷山が存在する海域でもあるため、詳細な海底地形と海底下地質構造の実態は未だ明らかではない。氷海域において海洋地質学探査と海底コアの採取や掘削を統合的に推進することによって、従来の研究では明らかとなっていない南極大陸と地球史との関連を解き明かすサイエンスを新たに展開することができると期待される。

キーワード：南極、南大洋、海氷、南極底層水、海底チャネル、反射法地震探査
Keywords: Antarctic, Southern Ocean, sea ice, Antarctic bottom water, submarine channel, seismic reflection survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海水準変動予測に対する氷床-固体地球の相互作用の影響
Impacts of the interaction between ice sheets and solid Earth on the prediction of sea-level change

*奥野 淳一[1,2]、野木 義史[1,2]
*Jun'ichi Okuno[1,2], Yoshifumi Nogi[1,2]

1. 国立極地研究所、2. 総合研究大学院大学
1. National Institute of Polar Research, 2. SOKENDAI

Ice sheet, sea water, and terrestrial water storage act as surface mass loads on the solid Earth. Past and present variations of these loads make the solid Earth deform as the elastic and the viscous responses. These deformations have been clearly observed by geodetic, geomorphological and geological methods based on the field survey and the satellite measurement. To reconstruct the sea-level change associated with the surface mass changes and the solid Earth's response based on these observations, we need to apply the numerical modeling described by the Glacial Isostatic Adjustment (GIA) theory. GIA modeling results indicate that the predicted sea-level changes in any sites are spatially non-uniform because of the crustal deformation due to the GIA depending on the geometry of the surface mass loads, namely distribution of ice and water. Therefore, the precise evaluation of the GIA is vital to elucidate present and past sea-level changes. In this presentation, we show the crustal deformation derived from GIA due to present and past surface load changes and illustrate the importance of GIA component for precise projection of the sea-level change.

キーワード：両極氷床、氷河性地殻均衡、海水準変動
Keywords: polar ice sheets, Glacial Isostatic Adjustment, sea-level change

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

International organization's science plan and Japan's Arctic policy

*兒玉 裕二[1]、大畑 哲夫[1]
*Yuji Kodama[1], Tetsuo Ohata[1]

1. 国立極地研究所
1. National Institute of Polar Research

Planning of post-ArCS is in progress. International collaboration is a “must” for Japanese Arctic (polar region) research, and it is important to be able to demonstrate Japan's strength internationally. There are several international science plan published recently and they could be a hint for one way to formulate the plan of Post ArCS. Japanese Arctic policies must be also referenced for the plan. Then, the international organization 's Science Plan on Arctic Research, Japanese Arctic Policy, Overseas Arctic Research Program are introduced.

キーワード：北極、北極研究プログラム、北極政策
Keywords: Srctic, Arctic Research Program, Arctic Policy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-IS ジョイント

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_42

[M-IS26] 南北両極のサイエンスと大型研究

コンビーナ:野木 義史(国立極地研究所)、中村 卓司(国立極地研究所)、杉本 敦子(北海道大学 北極域研究センター)、杉山 慎(北海道大学低温科学研究所)

極域を焦点とする将来的な分野横断型の研究の枠組や計画の議論を通して、今後学術の大型研究として進めるべきサイエンスを検討する場を提供し、日本学術会議が３年ごとに発表している学術の大型研究マスタープランへの極域科学の対応を議論する場として企画した。
極域での変動は、地球システムの将来予測に不可欠である。南極とグリーランドは、海水準で約70mに相当する地球上の淡水のほとんどを保持している。さらに、極域では高密度の海水により深層水が形成され、熱塩循環を駆動しており、熱塩循環の変化は、地球環境に大きな影響を与えると考えられる。これらのことは、極域が地球環境や海水準変動を支配する鍵となっている事を示している。しかしながら、極域は地球システムの中でも未だ理解の進んでいない領域であり、系統的な様々な現場観測が必要とされている。このような背景を踏まえ、極域科学分野として学術の大型研究マスタープランへの提案等の大型研究計画を検討議論する。

[MIS26-P01] Towards sustained ice–ocean observation network of East Antarctica

*青木 茂[1]、田村 岳史[2]、巻 俊宏[3]、杉山 慎[1] (1.北海道大学、2.国立極地研究所、3.東京大学)

[MIS26-P02] 南極とグリーンランドにおける深層アイスコア掘削

*川村 賢二[1,2,3]、東 久美子[1,2]、藤田 秀二[1,2]、中澤 文男[1,2]、大藪 幾美[1]、本山 秀明[1,2]、阿部 彩子[4,3] (1.情報・システム研究機構　国立極地研究所、2.総合研究大学院大学、3.海洋研究開発機構、4.東京大学)

[MIS26-P03] **南極大陸棚から深海底におけるコアーサイスミック統合解析から探る氷床・海氷・底層水の形成史解読**

*池原 実[1]、板木 拓也[2]、藤井 昌和[3] (1.高知大学海洋コア総合研究センター、2.産業技術総合研究所、3.国立極地研究所)

[MIS26-P04] 海水準変動予測に対する氷床-固体地球の相互作用の影響

*奥野 淳一[1,2]、野木 義史[1,2] (1.国立極地研究所、2.総合研究大学院大学)

[MIS26-P05] International organization's science plan and Japan's Arctic policy

*兒玉 裕二[1]、大畑 哲夫[1] (1.国立極地研究所)

Towards sustained ice–ocean observation network of East Antarctica

*青木 茂[1]、田村 岳史[2]、巻 俊宏[3]、杉山 慎[1]
*Shigeru Aoki[1], Takeshi Tamura[2], Toshihiro Maki[3], Shin Sugiyama[1]

1. 北海道大学、2. 国立極地研究所、3. 東京大学
1. Hokkaido University, 2. National Institute of Polar Research, 3. The University of Tokyo

Along with the anthropogenic climate change, changes in overturning circulations and ice mass of the Southern Ocean and Antarctic Ice Sheet are listed as the problems with huge social implications. In Amundsen Sea, West Antarctica, accelerations of basal melting of ice shelves and loss of ice mass have been observed. More recently, ice discharge of the Totten Glacier, East Antarctica, is shown to be accelerating, and a pathway of substantially warm water access has been discovered beneath the ice shelf. The ice mass behind the Totten Glacier is estimated to be 3.5 m of global sea level equivalent, and the bed rock configuration reveals a vulnerability of the maritime ice sheet instability. The acceleration of freshwater discharge can affect sea ice production and subsequent dense water formation. With the growing awareness on the importance of ice-ocean interaction and long-term variabilities off the East Antarctic Coast, observations at the ice-ocean boundaries above and underneath the sea ice and continental ice are indispensable.

Under the project called ROBOTICA for the 9th six-year plan (2016-2022) of the Japanese Antarctic Research Expedition, we are implementing broad oceanographic and cryospheric surveys using new technologies like tethered/moored profiling platforms, Remotely Operated Vehicle (ROV) and ice radars, together with the conventional observational methods. The observations here will help revealing the ongoing oceanic and cryospheric changes and set the baselines for the future changes.

Under the GRAntarctic (2017-2022) frame work, we start developing a new Autonomous Underwater Vehicle (AUV), suitable for under-ice survey of Antarctica. The AUV is designed to operate in the following 3 modes; Seafloor Tracking mode (bathymetry, imagery), Ice Tracking mode (ice shape, imagery), and Constant Depth mode (water survey).

Development of appropriate instruments and platforms of this kind is an urgent task, given the rapid progress of the environmental changes in the ice-covered ocean. To fully utilize this instruments, the basic ability required for a mother icebreaker is high, since she needs to cope with the requirements as a platform of various state-of-the art technologies in ice-covered ocean. Moreover, flexible operation from a long-term perspective such as revisiting the sites some years later will be effective.

キーワード：氷床ー海洋相互作用、南極氷床、南大洋、AUV、レーダー
Keywords: ice-ocean interaction, Antarctic Ice Sheet, Southern Ocean, AUV, ice radar

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南極とグリーンランドにおける深層アイスコア掘削
Deep ice corings in Antarctica and Greenland

*川村 賢二[1,2,3]、東 久美子[1,2]、藤田 秀二[1,2]、中澤 文男[1,2]、大藪 幾美[1]、本山 秀明[1,2]、阿部 彩子[4,3]
*Kenji Kawamura[1,2,3], Kumiko Goto-Azuma[1,2], Shuji Fujita[1,2], Fumio Nakazawa[1,2], Ikumi Oyabu[1], Hideaki Motoyama[1,2], Ayako Abe-Ouchi[4,3]

1. 情報・システム研究機構　国立極地研究所、2. 総合研究大学院大学、3. 海洋研究開発機構、4. 東京大学
1. National Institute of Polar Research, Research Organization of Information and Systems, 2. SOKENDAI (The Graduate University of Advanced Studies), 3. JAMSTEC, 4. University of Tokyo

The studies of deep ice cores and boreholes have provided records of past climatic and environmental changes on various time scales, as well as evidences on how the both polar regions have interacted through atmosphere and ocean to affect global climate. Understanding the processes and sensitivities that underlie the changes, through the ice-core analyses as well as in combination with climate and ice-sheet modeling, will underpin better understanding of the climate system and projections of its future change. In the next phases of Antarctic glaciological research, National Institute of Polar Research together with Dome Fuji Ice Core Consortium (ICC) and Third Dome Fuji Drilling Project plans to perform various activities related to the third deep ice-core drilling in the vicinity of Dome Fuji, in order to obtain an ice core with age much older than 800 kyr. This is also a contribution to International Partnership in Ice Core Sciences (IPICS) “Oldest ice core project”. During the JARE Phase IX, we have been investigating glaciological conditions (ice sheet surface, englacial and subglacial conditions) of the candidate area, and we will determine the exact location of the drilling site and start pilot hole drilling and casing to enable deep drilling. The deep drilling must then follow to actually recover the old ice. In Greenland, we currently participate in the East Greenland Ice Core Project (EGRIP) to better understand the dynamics and past changes of the fastest-flowing Northeast ice stream and to reconstruct the climate and environment changes during the past warm periods and during abrupt warmings during the last glacial period. After the EGRIP drilling is finished, the next Greenland deep ice coring will be carried out to obtain spatial variabilities of climate and ice sheet changes. By studying the ice core records from both polar regions, we can understand the mechanisms and global impacts of the polar climate changes such as glacial-interglacial transition and abrupt climate changes.

キーワード：南極、グリーンランド、アイスコア
Keywords: Antarctica, Greenland, Ice core

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

南極大陸棚から深海底におけるコアーサイスミック統合解析から探る氷床・海氷・底層水の形成史解読

Understanding of whole history of Antarctic ice sheet, sea ice, and bottom water based on core-seismic integrated investigation from Antarctic continental shelf to deep sea floor

*池原 実[1]、板木 拓也[2]、藤井 昌和[3]
*Minoru Ikehara[1], Takuya Itaki[2], Masakazu Fujii[3]

1. 高知大学海洋コア総合研究センター、2. 産業技術総合研究所、3. 国立極地研究所
1. Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, 2. GSJ, AIST, 3. National Institute of Polar Research

南極大陸の大陸棚から陸棚斜面には、南極氷床や南極底層水の影響を受けた特徴的な海底地形や堆積物が存在している。例えば、南極底層水が形成されているケープダンレー沖の陸棚縁にはガリ状の海底谷が多数発達しており、その一部は深海底まで続く深海長谷を形成している。これらの特徴は研究船によるマルチナロービーム音響測深、マルチチャンネル反射法地震探査などによって明らかにされており、白鳳丸KH-19-1次航海でも新たなデータが蓄積された。しかしながら、南極大陸棚は海氷や氷山が存在する海域でもあるため、詳細な海底地形と海底下地質構造の実態は未だ明らかではない。氷海域において海洋地質学探査と海底コアの採取や掘削を統合的に推進することによって、従来の研究では明らかとなっていない南極大陸と地球史との関連を解き明かすサイエンスを新たに展開することができると期待される。

キーワード：南極、南大洋、海氷、南極底層水、海底チャネル、反射法地震探査
Keywords: Antarctic, Southern Ocean, sea ice, Antarctic bottom water, submarine channel, seismic reflection survey

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

海水準変動予測に対する氷床-固体地球の相互作用の影響
Impacts of the interaction between ice sheets and solid Earth on the prediction of sea-level change

*奥野 淳一[1,2]、野木 義史[1,2]
*Jun'ichi Okuno[1,2], Yoshifumi Nogi[1,2]

1. 国立極地研究所、2. 総合研究大学院大学
1. National Institute of Polar Research, 2. SOKENDAI

Ice sheet, sea water, and terrestrial water storage act as surface mass loads on the solid Earth. Past and present variations of these loads make the solid Earth deform as the elastic and the viscous responses. These deformations have been clearly observed by geodetic, geomorphological and geological methods based on the field survey and the satellite measurement. To reconstruct the sea-level change associated with the surface mass changes and the solid Earth's response based on these observations, we need to apply the numerical modeling described by the Glacial Isostatic Adjustment (GIA) theory. GIA modeling results indicate that the predicted sea-level changes in any sites are spatially non-uniform because of the crustal deformation due to the GIA depending on the geometry of the surface mass loads, namely distribution of ice and water. Therefore, the precise evaluation of the GIA is vital to elucidate present and past sea-level changes. In this presentation, we show the crustal deformation derived from GIA due to present and past surface load changes and illustrate the importance of GIA component for precise projection of the sea-level change.

キーワード：両極氷床、氷河性地殻均衡、海水準変動
Keywords: polar ice sheets, Glacial Isostatic Adjustment, sea-level change

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

International organization's science plan and Japan's Arctic policy

*兒玉 裕二[1]、大畑 哲夫[1]
*Yuji Kodama[1], Tetsuo Ohata[1]

1. 国立極地研究所
1. National Institute of Polar Research

Planning of post-ArCS is in progress. International collaboration is a “must” for Japanese Arctic (polar region) research, and it is important to be able to demonstrate Japan's strength internationally. There are several international science plan published recently and they could be a hint for one way to formulate the plan of Post ArCS. Japanese Arctic policies must be also referenced for the plan. Then, the international organization 's Science Plan on Arctic Research, Japanese Arctic Policy, Overseas Arctic Research Program are introduced.

キーワード：北極、北極研究プログラム、北極政策
Keywords: Srctic, Arctic Research Program, Arctic Policy

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-AG 応用地球科学

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_11

[M-AG38] Satellite Land Physical Processes Monitoring at Medium/High/Very High Resolution

コンビーナ:Jean-Claude Roger(University of Maryland College Park)、Shinichi Sobue(Japan Aerospace Exploration Agency)、Eric Vermote(NASA Goddard Space Flight Center)

We solicit papers on the land physical processes monitoring. In particular, it will include the inversion and use of land products from medium, high, and very high spatial resolution. For the last years, medium, high, and very high resolutions became a useful and a powerful toll for Earth studies. Topics of interest mainly include (not limited to):
- New developments for data processing, including atmospheric correction and cloud screening;
- Analysis and correction of directional effects in land surface reflectances;
- Use of time series of surface reflectances for land monitoring, including land cover classification and crop yield prediction (including data integration and data harmonization);
- Development and use of new vegetation indices (i.e. red edge) and other products for agriculture applications;
- Theoretical studies for sensors capabilities enhancements to future sensors at high/medium resolutions;
- Use of products in agricultural monitoring applications (such as crop area, crop type, crop growing, yield estimation and prediction, damage assessment);
- Agriculture monitoring algorithm description;
- Evaluation or validation of potential products with ground measurements, official statistics;
- International initiative to enhance Earth-Observing-based agricultural information.

Depending on outcome, we think about a special issue.

[MAG38-P01] Improving the AVHRR LTDR BRDF correction

*Jose Luis Villaescusa[1,2]、Belen Franch[1,2]、Jean-Claude Roger[1,2]、Eric Vermote[2] (1.University of Maryland College Park、2.NASA Goddard Space Flight Center)

[MAG38-P02] Winter wheat yield model based on remote sensing data

*Belen Franch[1,2]、Eric Vermote[2,1]、Sergii Skakun[1,2]、Jean-Claude Roger[1,2]、Inbal Becker-Reshef[1]、Chris Justice[1] (1.Department of Geographical Sciences, University of Maryland、2.NASA Goddard Space Flight Center)

[MAG38-P03] Agricultural monitoring from Optical and SAR data

*Andrés Eduardo Santamaría-Artigas[1,2]、Sergii Skakun[1,2]、Belen Franch[1,2]、Jean-Claude Roger[1,2]、Eric Vermote[2] (1.University of Maryland College Park、2.NASA Goddard Space Flight Center)

[MAG38-P04] Eco-hydrological modeling using field-based and Earth Observations to assess water use efficiency and support agricultural water resources management

pierre Guillevic[2,1]、*Jean-Claude Roger[1,2] (1.University of Maryland, College Park, USA、2.NASA Goddard Space flight Center, Greenbelt, USA)

[MAG38-P05] Detecting and quantifying forest dynamics using SAR time-series data in Indonesia

*Pedro Rodriguez-Veiga[1,2,3]、Narumasa Tsutsumida[3] (1.Centre for Landscape and Climate Research, University of Leicester, Leicester, UK、2.NERC National Centre for Earth Observation (NCEO), Leicester, UK、3.Graduate School of Global Environmental Studies, Kyoto University, Japan)

Improving the AVHRR LTDR BRDF correction

*Jose Luis Villaescusa[1,2], Belen Franch[1,2], Jean-Claude Roger[1,2], Eric Vermote[2]

1. University of Maryland College Park, 2. NASA Goddard Space Flight Center

The Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) sensors aboard the different NOAA satellites provide a unique global remote sensing dataset that ranges from the 1980s to the present. Using these data, the NASA funded Long Term Data Record (LTDR) project aims to develop a quality and consistent Climate Data Record (CDR) of AVHRR data with the use of the Moderate Resolution Imaging Spectrometer (MODIS) instrument as a reference. This product retrieves the BRDF corrected land surface reflectance using the VJB method (Vermote et al., 2009), which corrects the anisotropic effects by obtaining Volumetric (V) and Geometrical (R) parameters, defined in the Roujean model (Roujean et al., 1992), as a function of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). Inaccuracies regarding the AVHRR atmospheric correction and calibration in the red band for the pre-MODIS era (1982-2000), propagate towards the surface reflectance’ s BRDF correction. However, with the use of the less noisy Near-Infrared (NIR) band we can reduce said errors by finding an empirical relationship between the red-NIR V and R parameters. This study aims to find said relationship using the MODIS sensor, which is an already established and accurate product (Justice et al., 2002; Liang et al., 2002), to then apply it to the noisy AVHRR data and reduce the BRDF errors in the red band.

Keywords: AVHRR, VJB, MODIS, BRDF, LTDR

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Winter wheat yield model based on remote sensing data

*Belen Franch[1,2], Eric Vermote[2,1], Sergii Skakun[1,2], Jean-Claude Roger[1,2], Inbal Becker-Reshef[1], Chris Justice[1]

1. Department of Geographical Sciences, University of Maryland, 2. NASA Goddard Space Flight Center

Accurate and timely crop yield forecasts are critical for making informed agricultural policies and investments, as well as increasing market efficiency and stability. Earth observation data from space can contribute to agricultural monitoring, including crop yield assessment and forecasting. This work presents a new EO-based empirical winter wheat yield model. It is based on the un-mixing of the wheat signal from a coarse resolution EO data at 1 km by using yearly crop type masks to a pure wheat signal (100% of wheat within the pixel). *This wheat signal is used to calibrate the model using as inputs the seasonal amplitude and length of the Difference Vegetation Index (DVI) peak extracted from Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) data and the average of the evaporative fraction (EF) 30 days after the peak. The three regressors proposed are focused on the reproduction stage of the wheat (DVI amplitude and length) and the grain filling process (EF 30-days average). The model is calibrated at subnational level using historical statistics from 2001 to 2016. In each administrative unit, a different calibration coefficient (based on all possible combination of the three regressors in a linear model) is selected depending on the statistical significance of each variable. The model was applied to estimate the national and subnational winter wheat yield in the United States, Ukraine, Russia and France from 2001 to 2017. At the subnational level the model shows very good performance with a coefficient of determination higher than 0.7 and Root Mean Square Error (RMSE) lower than 15%. At the national level the model provides a strong coefficient of determination higher than 0.8 and a RMSE lower than 8%, which demonstrates good performance of the models at this scale. Additionally, it was also able to capture low winter wheat yields during years with extreme weather events, for example 2002 in US and 2003 in Ukraine.*

Keywords: Yield model, MODIS , agriculture

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Agricultural monitoring from Optical and SAR data

*Andrés Eduardo Santamaría-Artigas[1,2], Sergii Skakun[1,2], Belen Franch[1,2], Jean-Claude Roger[1,2], Eric Vermote[2]

1. University of Maryland College Park, 2. NASA Goddard Space Flight Center

Vegetation indices derived from optical remote sensing data are a valuable source of information for agricultural monitoring. However, cloud cover over some areas reduces the number of valid observations, which can difficult the detection of changes in crop condition. In this context, synthetic aperture radar (SAR) systems are an interesting alternative due to their low sensitivity to clouds. In this work, we analyze the relationship between SAR backscatter from Sentinel-1 and vegetation indices derived from the Harmonized Landsat-8 Sentinel-2 (HLS) product with data from the year 2017 over 6 land cover classes in Ukraine: Winter crops, summer crops, bare land, grasslands, forest, and water. Results show that SAR data from Sentinel-1 could be used to complement optical indices for certain land covers. In the case of winter crops (rapeseed and wheat), the ratio between Sigma-0 VV and VH polarization showed the highest relationship with the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) while for summer crops (maize, sugar beet, sunflower, and soybean) the highest relationship was shown by the Sigma-0 VH polarization and NDVI. Further work is being developed to exploit more complex SAR models which account for other variables that affect the backscatter signal such as soil moisture.

Keywords: agricultural monitoring, crop condition, synthetic aperture radar, HLS, normalized difference vegetation index

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Eco-hydrological modeling using field-based and Earth Observations to assess water use efficiency and support agricultural water resources management

pierre Guillevic[2,1], *Jean-Claude Roger[1,2]

1. University of Maryland, College Park, USA, 2. NASA Goddard Space flight Center, Greenbelt, USA

The objective of this NASA project is to develop an integrated modeling platform using Earth Observations to simulate large-scale hydrological processes and food production in support of water use decision and agricultural policy. The decision tool will provide timely and relevant assessments of crop growth, agricultural water use and available water supply from local to regional scales, with the capability to predict the impact of different climate and water resources management scenarios on food production. The approach is based on the use of field and Earth observations to calibrate an eco-hydrological model, and climate simulations to forecast crop condition and yield through the crop season. The expected primary outcomes and results for stakeholders is potential best water management practices to improve water use efficiency and prevent excessive losses of water and nitrogen to the environment. These will be provided to in-country end-users within various relevant Ministries and Departments, in order to inform regional and national decisions. Changing precipitation patterns, droughts of increasing duration and severity and growing demand for food have significant implications on water management practices, spurring an increased need for irrigation in a sustainable manner and better monitoring of water resources for the agricultural sector in general. Understanding the context and water resource constraints that stakeholders and smallholder farmers face in climate sensitive regions is critical to target and understand the potential impact of water use management. We focus on a diverse set of regional pilot cases in Argentina, South Africa, Tanzania and the United States that are representative of a range of agricultural systems, water issues and climate impacts. The application is integrated in the GEOGLAM project, an existing widely-used web-based platform which will aid synthesizing the project outcomes and expert domain knowledge to provide timely and actionable water resources and crop condition information to assist local, regional and national water management decisions. At the end, the application will be interactive and will offer the end-user organizations the possibility to submit new water resource management scenarios online for impact evaluation.

Earth Observations are critical to characterize and monitor the different components of agricultural ecosystems and change (forests, croplands and marginal lands availability, for example) across temporal and spatial scales. Satellite data in the shortwave, thermal infrared and microwave spectral domains from US (MODIS, VIIRS, Landsat, SMAP) and European (Sentinel 1 and 2) sensors will be used to characterize changes in land surfaces and water use from 2000 to the present in support of agricultural planning decisions. In a research context, the potential of new satellite missions (i.e., ECOSTRESS, SWOT and SAOACOM) to derive surface hydrology information will be evaluated. The Agricultural Policy/Environmental eXtender (APEX) watershed model is proposed as the modeling tool to understand the biophysical and human-decision processes associated with the food-energy-water nexus. Model simulations will use climate data from the NASA Goddard Earth Observing System Model (GEOS-5) Atmosphere-Ocean General Circulation Model: MERRA-2 for simulation of past conditions and seasonal (6-month) forecasts for projections in the future. The study focus on large, key agricultural regions where agricultural ecosystems are vulnerable to demographic expansion and/or climate variability and change including drought and flood events.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: water resources, hydrologycal modelling , remote sensing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Detecting and quantifying forest dynamics using SAR time-series data in Indonesia

*Pedro Rodriguez-Veiga[1,2,3], Narumasa Tsutsumida[3]

1. Centre for Landscape and Climate Research, University of Leicester, Leicester, UK, 2. NERC National Centre for Earth Observation (NCEO), Leicester, UK, 3. Graduate School of Global Environmental Studies, Kyoto University, Japan

Satellite Earth Observation (EO) data allows the generation of forest disturbance maps that can improve greenhouse gas (GHG) monitoring at local and national scales, and provide information that can be used for land use planning and management. Mapping forest biomass stocks, deforestation, forest degradation and enhancement is crucial in order to determine the loss of carbon stocks due to disturbances (e.g. deforestation, fires) or the gain due to new forest or growth. Time-series observations identify decreasing or increasing trends of aboveground biomass carbon, and separate anthropogenic related changes from seasonal changes of vegetation. This is important for understanding the terrestrial carbon cycle and for supporting better forest management and policies. This study uses time-series data from L-band Synthetic Aperture Radar (SAR) JAXA’s ALOS PALSAR and ALOS-2 PALSAR-2 to quantify carbon loss and gain trajectories (emission / sequestration) of existing forests in West Java (Indonesia).

Keywords: deforestation, SAR, time-series, forest dynamics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-AG 応用地球科学

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_43

[M-AG38] Satellite Land Physical Processes Monitoring at Medium/High/Very High Resolution

コンビーナ:Jean-Claude Roger(University of Maryland College Park)、Shinichi Sobue(Japan Aerospace Exploration Agency)、Eric Vermote(NASA Goddard Space Flight Center)

We solicit papers on the land physical processes monitoring. In particular, it will include the inversion and use of land products from medium, high, and very high spatial resolution. For the last years, medium, high, and very high resolutions became a useful and a powerful toll for Earth studies. Topics of interest mainly include (not limited to):
- New developments for data processing, including atmospheric correction and cloud screening;
- Analysis and correction of directional effects in land surface reflectances;
- Use of time series of surface reflectances for land monitoring, including land cover classification and crop yield prediction (including data integration and data harmonization);
- Development and use of new vegetation indices (i.e. red edge) and other products for agriculture applications;
- Theoretical studies for sensors capabilities enhancements to future sensors at high/medium resolutions;
- Use of products in agricultural monitoring applications (such as crop area, crop type, crop growing, yield estimation and prediction, damage assessment);
- Agriculture monitoring algorithm description;
- Evaluation or validation of potential products with ground measurements, official statistics;
- International initiative to enhance Earth-Observing-based agricultural information.

Depending on outcome, we think about a special issue.

[MAG38-P01] Improving the AVHRR LTDR BRDF correction

*Jose Luis Villaescusa[1,2]、Belen Franch[1,2]、Jean-Claude Roger[1,2]、Eric Vermote[2] (1.University of Maryland College Park、2.NASA Goddard Space Flight Center)

[MAG38-P02] Winter wheat yield model based on remote sensing data

*Belen Franch[1,2]、Eric Vermote[2,1]、Sergii Skakun[1,2]、Jean-Claude Roger[1,2]、Inbal Becker-Reshef[1]、Chris Justice[1] (1.Department of Geographical Sciences, University of Maryland、2.NASA Goddard Space Flight Center)

[MAG38-P03] Agricultural monitoring from Optical and SAR data

*Andrés Eduardo Santamaría-Artigas[1,2]、Sergii Skakun[1,2]、Belen Franch[1,2]、Jean-Claude Roger[1,2]、Eric Vermote[2] (1.University of Maryland College Park、2.NASA Goddard Space Flight Center)

[MAG38-P04] Eco-hydrological modeling using field-based and Earth Observations to assess water use efficiency and support agricultural water resources management

pierre Guillevic[2,1]、*Jean-Claude Roger[1,2] (1.University of Maryland, College Park, USA、2.NASA Goddard Space flight Center, Greenbelt, USA)

[MAG38-P05] Detecting and quantifying forest dynamics using SAR time-series data in Indonesia

*Pedro Rodriguez-Veiga[1,2,3]、Narumasa Tsutsumida[3] (1.Centre for Landscape and Climate Research, University of Leicester, Leicester, UK、2.NERC National Centre for Earth Observation (NCEO), Leicester, UK、3.Graduate School of Global Environmental Studies, Kyoto University, Japan)

Improving the AVHRR LTDR BRDF correction

*Jose Luis Villaescusa[1,2], Belen Franch[1,2], Jean-Claude Roger[1,2], Eric Vermote[2]

1. University of Maryland College Park, 2. NASA Goddard Space Flight Center

The Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) sensors aboard the different NOAA satellites provide a unique global remote sensing dataset that ranges from the 1980s to the present. Using these data, the NASA funded Long Term Data Record (LTDR) project aims to develop a quality and consistent Climate Data Record (CDR) of AVHRR data with the use of the Moderate Resolution Imaging Spectrometer (MODIS) instrument as a reference. This product retrieves the BRDF corrected land surface reflectance using the VJB method (Vermote et al., 2009), which corrects the anisotropic effects by obtaining Volumetric (V) and Geometrical (R) parameters, defined in the Roujean model (Roujean et al., 1992), as a function of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). Inaccuracies regarding the AVHRR atmospheric correction and calibration in the red band for the pre-MODIS era (1982-2000), propagate towards the surface reflectance’ s BRDF correction. However, with the use of the less noisy Near-Infrared (NIR) band we can reduce said errors by finding an empirical relationship between the red-NIR V and R parameters. This study aims to find said relationship using the MODIS sensor, which is an already established and accurate product (Justice et al., 2002; Liang et al., 2002), to then apply it to the noisy AVHRR data and reduce the BRDF errors in the red band.

Keywords: AVHRR, VJB, MODIS, BRDF, LTDR

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Winter wheat yield model based on remote sensing data

*Belen Franch[1,2], Eric Vermote[2,1], Sergii Skakun[1,2], Jean-Claude Roger[1,2], Inbal Becker-Reshef[1], Chris Justice[1]

1. Department of Geographical Sciences, University of Maryland, 2. NASA Goddard Space Flight Center

Accurate and timely crop yield forecasts are critical for making informed agricultural policies and investments, as well as increasing market efficiency and stability. Earth observation data from space can contribute to agricultural monitoring, including crop yield assessment and forecasting. This work presents a new EO-based empirical winter wheat yield model. It is based on the un-mixing of the wheat signal from a coarse resolution EO data at 1 km by using yearly crop type masks to a pure wheat signal (100% of wheat within the pixel). *This wheat signal is used to calibrate the model using as inputs the seasonal amplitude and length of the Difference Vegetation Index (DVI) peak extracted from Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) data and the average of the evaporative fraction (EF) 30 days after the peak. The three regressors proposed are focused on the reproduction stage of the wheat (DVI amplitude and length) and the grain filling process (EF 30-days average). The model is calibrated at subnational level using historical statistics from 2001 to 2016. In each administrative unit, a different calibration coefficient (based on all possible combination of the three regressors in a linear model) is selected depending on the statistical significance of each variable. The model was applied to estimate the national and subnational winter wheat yield in the United States, Ukraine, Russia and France from 2001 to 2017. At the subnational level the model shows very good performance with a coefficient of determination higher than 0.7 and Root Mean Square Error (RMSE) lower than 15%. At the national level the model provides a strong coefficient of determination higher than 0.8 and a RMSE lower than 8%, which demonstrates good performance of the models at this scale. Additionally, it was also able to capture low winter wheat yields during years with extreme weather events, for example 2002 in US and 2003 in Ukraine.*

Keywords: Yield model, MODIS , agriculture

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Agricultural monitoring from Optical and SAR data

*Andrés Eduardo Santamaría-Artigas[1,2], Sergii Skakun[1,2], Belen Franch[1,2], Jean-Claude Roger[1,2], Eric Vermote[2]

1. University of Maryland College Park, 2. NASA Goddard Space Flight Center

Vegetation indices derived from optical remote sensing data are a valuable source of information for agricultural monitoring. However, cloud cover over some areas reduces the number of valid observations, which can difficult the detection of changes in crop condition. In this context, synthetic aperture radar (SAR) systems are an interesting alternative due to their low sensitivity to clouds. In this work, we analyze the relationship between SAR backscatter from Sentinel-1 and vegetation indices derived from the Harmonized Landsat-8 Sentinel-2 (HLS) product with data from the year 2017 over 6 land cover classes in Ukraine: Winter crops, summer crops, bare land, grasslands, forest, and water. Results show that SAR data from Sentinel-1 could be used to complement optical indices for certain land covers. In the case of winter crops (rapeseed and wheat), the ratio between Sigma-0 VV and VH polarization showed the highest relationship with the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) while for summer crops (maize, sugar beet, sunflower, and soybean) the highest relationship was shown by the Sigma-0 VH polarization and NDVI. Further work is being developed to exploit more complex SAR models which account for other variables that affect the backscatter signal such as soil moisture.

Keywords: agricultural monitoring, crop condition, synthetic aperture radar, HLS, normalized difference vegetation index

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Eco-hydrological modeling using field-based and Earth Observations to assess water use efficiency and support agricultural water resources management

pierre Guillevic[2,1], *Jean-Claude Roger[1,2]

1. University of Maryland, College Park, USA, 2. NASA Goddard Space flight Center, Greenbelt, USA

The objective of this NASA project is to develop an integrated modeling platform using Earth Observations to simulate large-scale hydrological processes and food production in support of water use decision and agricultural policy. The decision tool will provide timely and relevant assessments of crop growth, agricultural water use and available water supply from local to regional scales, with the capability to predict the impact of different climate and water resources management scenarios on food production. The approach is based on the use of field and Earth observations to calibrate an eco-hydrological model, and climate simulations to forecast crop condition and yield through the crop season. The expected primary outcomes and results for stakeholders is potential best water management practices to improve water use efficiency and prevent excessive losses of water and nitrogen to the environment. These will be provided to in-country end-users within various relevant Ministries and Departments, in order to inform regional and national decisions. Changing precipitation patterns, droughts of increasing duration and severity and growing demand for food have significant implications on water management practices, spurring an increased need for irrigation in a sustainable manner and better monitoring of water resources for the agricultural sector in general. Understanding the context and water resource constraints that stakeholders and smallholder farmers face in climate sensitive regions is critical to target and understand the potential impact of water use management. We focus on a diverse set of regional pilot cases in Argentina, South Africa, Tanzania and the United States that are representative of a range of agricultural systems, water issues and climate impacts. The application is integrated in the GEOGLAM project, an existing widely-used web-based platform which will aid synthesizing the project outcomes and expert domain knowledge to provide timely and actionable water resources and crop condition information to assist local, regional and national water management decisions. At the end, the application will be interactive and will offer the end-user organizations the possibility to submit new water resource management scenarios online for impact evaluation.

Earth Observations are critical to characterize and monitor the different components of agricultural ecosystems and change (forests, croplands and marginal lands availability, for example) across temporal and spatial scales. Satellite data in the shortwave, thermal infrared and microwave spectral domains from US (MODIS, VIIRS, Landsat, SMAP) and European (Sentinel 1 and 2) sensors will be used to characterize changes in land surfaces and water use from 2000 to the present in support of agricultural planning decisions. In a research context, the potential of new satellite missions (i.e., ECOSTRESS, SWOT and SAOACOM) to derive surface hydrology information will be evaluated. The Agricultural Policy/Environmental eXtender (APEX) watershed model is proposed as the modeling tool to understand the biophysical and human-decision processes associated with the food-energy-water nexus. Model simulations will use climate data from the NASA Goddard Earth Observing System Model (GEOS-5) Atmosphere-Ocean General Circulation Model: MERRA-2 for simulation of past conditions and seasonal (6-month) forecasts for projections in the future. The study focus on large, key agricultural regions where agricultural ecosystems are vulnerable to demographic expansion and/or climate variability and change including drought and flood events.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: water resources, hydrologycal modelling , remote sensing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Detecting and quantifying forest dynamics using SAR time-series data in Indonesia

*Pedro Rodriguez-Veiga[1,2,3], Narumasa Tsutsumida[3]

1. Centre for Landscape and Climate Research, University of Leicester, Leicester, UK, 2. NERC National Centre for Earth Observation (NCEO), Leicester, UK, 3. Graduate School of Global Environmental Studies, Kyoto University, Japan

Satellite Earth Observation (EO) data allows the generation of forest disturbance maps that can improve greenhouse gas (GHG) monitoring at local and national scales, and provide information that can be used for land use planning and management. Mapping forest biomass stocks, deforestation, forest degradation and enhancement is crucial in order to determine the loss of carbon stocks due to disturbances (e.g. deforestation, fires) or the gain due to new forest or growth. Time-series observations identify decreasing or increasing trends of aboveground biomass carbon, and separate anthropogenic related changes from seasonal changes of vegetation. This is important for understanding the terrestrial carbon cycle and for supporting better forest management and policies. This study uses time-series data from L-band Synthetic Aperture Radar (SAR) JAXA’s ALOS PALSAR and ALOS-2 PALSAR-2 to quantify carbon loss and gain trajectories (emission / sequestration) of existing forests in West Java (Indonesia).

Keywords: deforestation, SAR, time-series, forest dynamics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-AG 応用地球科学

2019年5月30日(木) 13:45 ~ 15:15 | 302 3F

[M-AG38] Satellite Land Physical Processes Monitoring at Medium/High/Very High Resolution

コンビーナ:Jean-Claude Roger(University of Maryland College Park)、Shinichi Sobue(Japan Aerospace Exploration Agency)、Eric Vermote(NASA Goddard Space Flight Center)、座長:Jean-Claude Roger、Eric Vermote

We solicit papers on the land physical processes monitoring. In particular, it will include the inversion and use of land products from medium, high, and very high spatial resolution. For the last years, medium, high, and very high resolutions became a useful and a powerful toll for Earth studies. Topics of interest mainly include (not limited to):
- New developments for data processing, including atmospheric correction and cloud screening;
- Analysis and correction of directional effects in land surface reflectances;
- Use of time series of surface reflectances for land monitoring, including land cover classification and crop yield prediction (including data integration and data harmonization);
- Development and use of new vegetation indices (i.e. red edge) and other products for agriculture applications;
- Theoretical studies for sensors capabilities enhancements to future sensors at high/medium resolutions;
- Use of products in agricultural monitoring applications (such as crop area, crop type, crop growing, yield estimation and prediction, damage assessment);
- Agriculture monitoring algorithm description;
- Evaluation or validation of potential products with ground measurements, official statistics;
- International initiative to enhance Earth-Observing-based agricultural information.

Depending on outcome, we think about a special issue.

13:45 ~ 13:50

Introduction

13:50 ~ 14:05

[MAG38-01] 15-years of LSA-SAF/Eumetsat satellite-derived albedo products: method for retrieval validation, and recent advances using neural networks during spectral integration

*Florian Pinault[1]、Dominique Carrer[1]、Xavier Ceamanos[1]、Gabriel Lellouch[1]、Catherine Meurey[1]、Suman Moparthy[1]、Chloé Vincent[1]、Sandra Coelho[2]、Isabel Trigo[2] (1.Météo France, CNRM-GAME, UMR3589, Toulouse, France、2.IPMA, Lisbon, Portugal)

14:05 ~ 14:20

[MAG38-02] **Toward a Consistent Land Long Term Climate Data Records from Large Field of View Polar Orbiting Earth Observation Satellites**

*Eric Vermote[1]、Jean-Claude Roger[1,2]、Belen Franch[1,2]、Christopher Justice[2]、Ivan Csiszar[3]、Sadashiva Devadiga[1]、Edward Masuoka[1] (1.NASA Goddard Space Flight Center、2.University of Maryland, Dept. of Geographical Sciences、3.NOAA/NESDIS/STAR)

14:20 ~ 14:35

[MAG38-03] **LaSRC Cloud Detection Algorithm for Landsat 8 and Sentinel-2 Data**

*Sergii Skakun[1]、Eric Vermote[2]、Jean-Claude Roger[1] (1.University of Maryland College Park、2.NASA Goddard Space Flight Center)

14:35 ~ 14:50

[MAG38-04] **Aerosol models for the validation of Surface Reflectances for MODIS, VIIRS, Landsat-8, Sentinel-2 from LaSRC**

*Jean-Claude Roger[1,2]、Eric Vermote[2]、Sergii Skakun[1,2]、Belen Franch[1,2]、Georgia Doxani[4]、William Rountree[1,2]、Ferran Gascon[4]、chris justice[1]、oleg dubovik[3]、Brent holben[2] (1.University of Maryland, College Park, USA、2.NASA Goddard Space flight Center, Greenbelt, USA、3.LOA, University of Lille, Villeneuve d'Ascq, France、4.ESA, Frascati, Italy)

14:50 ~ 15:05

[MAG38-05] Quantity and spatial distribution of aboveground biomass carbon in Colombia's forest

*Pedro Rodriguez-Veiga[1,2]、Adriana Paola Barbosa-Herrera[3]、Edersson Cabrera[3]、Gustavo Galindo[3]、Valentin Louis[1]、Pilar Lozano[3]、Pacheco-Pascagaza Ana Maria[1]、Indira Pachon-Cendales[3]、Salinas Nelso Ricardo[3]、Heiko Balzter[1,2] (1.Centre for Landscape and Climate Research, University of Leicester, Leicester, UK、2.NERC National Centre for Earth Observation (NCEO), Leicester, UK、3.Institute of Hydrology, Meteorology and Environmental Studies (IDEAM), Bogota, Colombia)

15:05 ~ 15:15
Discussion

15-years of LSA-SAF/Eumetsat satellite-derived albedo products: method for retrieval validation, and recent advances using neural networks during spectral integration

*Florian Pinault[1], Dominique Carrer[1], Xavier Ceamanos[1], Gabriel Lellouch[1], Catherine Meurey[1], Suman Moparthy[1], Chloé Vincent[1], Sandra Coelho[2], Isabel Trigo[2]

1. Météo France, CNRM-GAME, UMR3589, Toulouse, France, 2. IPMA, Lisbon, Portugal

Using two sets of Eumetsat satellite sensors (geostationary MSG with SEVIRI sensor, polar orbiting Metop/EPS with AVHRR sensors), the Land Surface Analysis (LSA-SAF) team provides to the community several remote sensing products related to the land surface properties (http://lsa-saf.eumetsat.int/). The long-term continuity and consistency of these products is ensured from 2004 to at least 2022 thanks to the Eumetsat funding. In this contribution, we are focus on the various albedo products, presenting their properties, algorithms (from the L1 Top-Of-Atmosphere reflectance data to the L3 albedo), and validation results.

The main albedo retrieval algorithm is based on three steps. First, atmospheric correction is performed using a Smac approximation of a 6S off-line model. Second, the surface interaction is modeled by a kernel-based BRDF (Ross-thick-Li-sparse kernels), with an additional Kalman filter. Third, angular and spectral integrations are performed to compute spectral albedos (white-sky and black-sky) and broadband albedos (visible and NIR and total-shortwave).Validation results show a good match when comparing albedos with other sensors (MODIS) or with in-situ measurements. And performances are here analyzed in details with regards to the user requirements.

Finally we discuss the potential added value of using machine learning techniques in the scope of the launch of the next generation of European satellites which will provide observations in more spectral bands (as for instance MTG/FCI which characteristics are close to HIMAWARI 8/9: 5 visible bands and 3 NIR bands). In the third step of the albedo algorithm (spectral integration), non-convolutional neural networks seem to offer a promising way forward.

Keywords: brdf, albedo, satellite, remote sensing, neural network, machine learning

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Toward a Consistent Land Long Term Climate Data Records from Large Field of View Polar Orbiting Earth Observation Satellites

*Eric Vermote[1], Jean-Claude Roger[1,2], Belen Franch[1,2], Christopher Justice[2], Ivan Csiszar[3], Sadashiva Devadiga[1], Edward Masuoka[1]

1. NASA Goddard Space Flight Center, 2. University of Maryland, Dept. of Geographical Sciences, 3. NOAA/NESDIS/STAR

Surface reflectance is one of the key products used in developing several higher-order land products, such as Vegetation Indices, Albedo and LAI/FPAR, it is therefore seminal to detecting trends in the biosphere and land surface and has been classed by NOAA as a “Fundamental Climate Data Record (FDCR) for Land”. Building a long-term surface reflectance data record of climate quality implies combining different instruments, sensors and satellites, accounting for different spatial resolutions and spectral characteristics, assuring consistent calibration, and correcting for atmospheric and directional effects. As the spatial resolution issue is addressed by aggregating the original data to a resolution still suitable for climate studies (e.g. 0.05 degree latitude, longitude), the instrument calibration becomes the first major hurdle one has to go through before being able to proceed any further.

In this work, we are using robust reflectance data records and inter-comparison methods that we have developed over the past several years (consisting of atmospheric correction, directional effect correction and spectral normalization) to establish and verify the inter-consistency of the reflectance products from the AVHRR sensors on-board NOAA 7, 9, 11, 14, 16, 17 and 18, the MODIS sensors on-board Aqua and Terra and the VIIRS sensors on-board Suomi-NPP and JPSS1. The resulting dataset being the 35+ years surface reflectance product and vegetation indices from 1981 to present.

Several other calibration techniques are also be applied that have been developed in the past by our team, in particular combining the cloud spectral band inter-calibration with BELMANIP cross sensor calibration in the near-infrared, using Landsat 5, 7 and 8 calibration to bridge between AVHRR and MODIS.

Keywords: surface reflectance, land climate data record, earth observations satellites

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

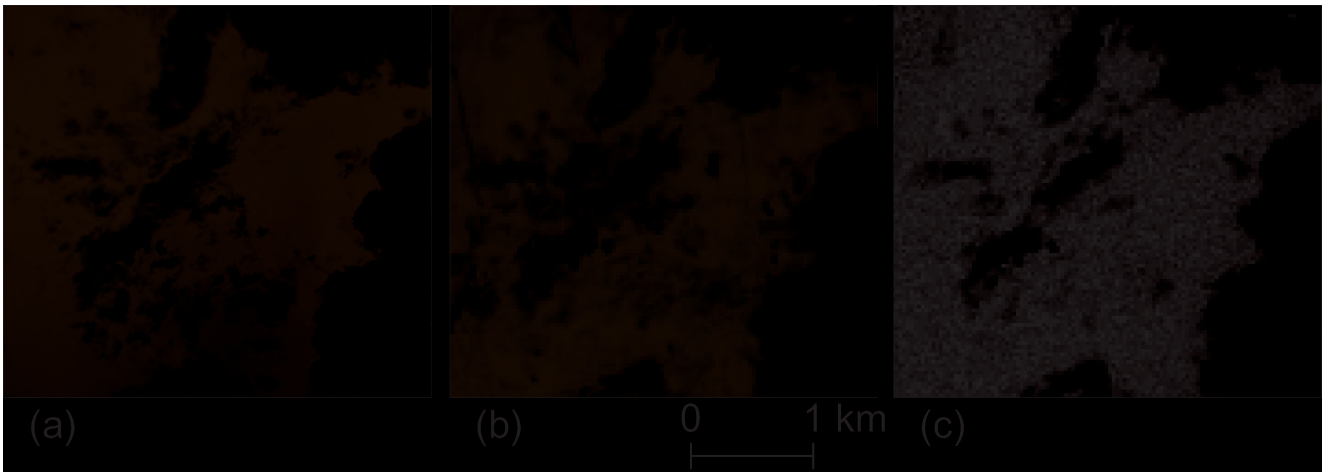
LaSRC Cloud Detection Algorithm for Landsat 8 and Sentinel-2 Data

*Sergii Skakun[1], Eric Vermote[2], Jean-Claude Roger[1]

1. University of Maryland College Park, 2. NASA Goddard Space Flight Center

This study aims at introducing and validating the cloud mask produced by the Land Surface Reflectance Code (LaSRC) for Landsat 8 and Sentinel-2 data. To detect clouds in optical satellite imagery, LaSRC uses quality assurance (QA) layers, which are produced during the atmospheric correction process. Validation is performed using two reference datasets. The former is the “L8 Biome” cloud validation dataset, which is produced by the US Geological Survey (USGS), and consists of 96 Landsat 8 scenes distributed globally over 12 different biomes. The latter is the dataset, which is produced over NASA GSFC assisted by ground photos of the sky and available for Landsat 8 and Sentinel-2A/B. We show that the LaSRC cloud detection algorithm reliably identifies thick clouds with commission and omission errors less than 4%. Large overdetection occurs for thin clouds. We conclude the study with recommendations on using the LaSRC QA layers, and provide an outlook on the need of acquiring objective reference cloud datasets.

Keywords: cloud, Landsat 8, Sentinel-2, LaSRC



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Aerosol models for the validation of Surface Reflectances for MODIS, VIIRS, Landsat-8, Sentinel-2 from LaSRC

*Jean-Claude Roger[1,2], Eric Vermote[2], Sergii Skakun[1,2], Belen Franch[1,2], Georgia Doxani[4], William Rountree[1,2], Ferran Gascon[4], chris justice[1], oleg dubovik[3], Brent holben[2]

1. University of Maryland, College Park, USA, 2. NASA Goddard Space flight Center, Greenbelt, USA, 3. LOA, University of Lille, Villeneuve d'Ascq, France, 4. ESA, Frascati, Italy

The land surface reflectance is a fundamental climate data record at the basis of the derivation of other climate data records (Albedo, LAI/Fpar, Vegetation indices) and has been recognized as a key parameter in the understanding of the land-surface-climate processes.

This work relies on a generic approach developed to derive surface reflectance over land from a variety of sensors. The approach is based on the inversion of the radiative transfer equation in the Lambertian case, with no adjacency effects, that account for a simplified coupling of the absorption by atmospheric gases and scattering by molecules and aerosols as implemented in the 6SV radiative transfer code. The processing code relies on look-up tables generated by 6SV, for which the accuracy (~1%) has been well documented in several papers. The LaSRC code uses ancillary data such as pressure and gas concentrations but relies on a per pixel inversion of the aerosol properties to assure the best possible accuracy for the surface reflectance, as aerosols can be highly variable both in space and time. This new aerosol inversion builds on the extensive dataset acquired by the Terra platform, combining MODIS and MISR to derive an explicit and dynamic map of band ratio’ s between blue and red channels and is a refinement of the operational approach used for MODIS and LANDSAT over the past 15 years. The aerosol inversion is generic and applicable to a variety of sensors. We use this basic approach to derive Landsat 8 and Sentinel 2 surface reflectance products for medium, high and very high spatial resolution (MODIS, VIIRS, LANDSAT, SENTINEL-2, WORLD VIEW 3…). The validation scheme is based on using aerosol models developed for each AERONET sites. We will present here the methodology to get these models. We will also show comparison of surface reflectance products with field measurements done by an instrument developed by us.
Finally, we will presents performances of LaSRC inter-compared with other operational approaches in the framework of the CEOS-ACIX (Atmospheric Correction Intercomparison eXercise) Calibration Validation Task co-Lead by ESA and NASA.

Keywords: Aerosol model, Atmospheric correction, Validation, Medium and High spatial resolution

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Quantity and spatial distribution of aboveground biomass carbon in Colombia’s forest

*Pedro Rodriguez-Veiga[1,2], Adriana Paola Barbosa-Herrera[3], Edersson Cabrera[3], Gustavo Galindo[3], Valentin Louis[1], Pilar Lozano[3], Pacheco-Pascagaza Ana Maria[1], Indira Pachon-Cendales[3], Salinas Nelso Ricardo[3], Heiko Balzter[1,2]

1. Centre for Landscape and Climate Research, University of Leicester, Leicester, UK, 2. NERC National Centre for Earth Observation (NCEO), Leicester, UK, 3. Institute of Hydrology, Meteorology and Environmental Studies (IDEAM), Bogota, Colombia

In-situ national forest inventory data - NFI (IDEAM, 2018) as well as multispectral optical and synthetic aperture radar (SAR) satellite imagery were used to characterize the spatial distribution of forest aboveground biomass carbon (AGBC) stocks in Colombia. ALOS-2 PALSAR-2 gamma-0 backscatter annual mosaics (2015-2017) provided by JAXA were normalised and corrected using previous ALOS PALSAR annual mosaics (2007-2010) as reference. A multi-temporal Landsat 7 & 8 composite over the whole of Colombia was used for the year 2016 ±1. The national forest inventory in-situ plots used to train our model consisted of 5-subplots each and were collected during the period 2015-2017 in the main biomes of the country. A sample of permanent 1ha plots (PPMs) were also measured. Pan-tropical allometries (Chave et al, 2014) using diameter, height and specific wood gravity (type I) and a biomass-to-carbon ratio of 0.5 were used to estimate AGBC. A non-parametric random forests (RF) algorithm was used within a k-fold framework to retrieve AGBC at 30m spatial resolution for the whole of Colombia. The algorithm was trained using forest inventory plots and validated at plot (0.35 ha) and PPM level (1 ha). The accuracy assessment found coefficients of determination (R^2) of 0.70 and 0.68, and root mean square errors (RMSE) of 29.93 t C ha^{-1} and 24.79 t C ha^{-1} at plot and at PPM level, respectively. The results were also compared to the NFI estimates, and to current pantropical and global aboveground biomass carbon maps.

Keywords: biomass, carbon, SAR, machine-learning, multispectral, forest inventory

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-AG 応用地球科学

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | 201B 2F

[M-AG38] Satellite Land Physical Processes Monitoring at Medium/High/Very High Resolution

コンビーナ:Jean-Claude Roger(University of Maryland College Park)、Shinichi Sobue(Japan Aerospace Exploration Agency)、Eric Vermote(NASA Goddard Space Flight Center)、座長:Sergii Skakun(University of Mrayland, USA)、Eric Vermote

We solicit papers on the land physical processes monitoring. In particular, it will include the inversion and use of land products from medium, high, and very high spatial resolution. For the last years, medium, high, and very high resolutions became a useful and a powerful toll for Earth studies. Topics of interest mainly include (not limited to):
- New developments for data processing, including atmospheric correction and cloud screening;
- Analysis and correction of directional effects in land surface reflectances;
- Use of time series of surface reflectances for land monitoring, including land cover classification and crop yield prediction (including data integration and data harmonization);
- Development and use of new vegetation indices (i.e. red edge) and other products for agriculture applications;
- Theoretical studies for sensors capabilities enhancements to future sensors at high/medium resolutions;
- Use of products in agricultural monitoring applications (such as crop area, crop type, crop growing, yield estimation and prediction, damage assessment);
- Agriculture monitoring algorithm description;
- Evaluation or validation of potential products with ground measurements, official statistics;
- International initiative to enhance Earth-Observing-based agricultural information.
Depending on outcome, we think about a special issue.

15:30 ~ 15:35

Introduction

15:35 ~ 15:50

[MAG38-06] Introduction of GCOM-C/SGLI Leaf Area Index & Fraction of Absorbed Photosynthetically Active Radiation products

*小林 利行[1]、本多 嘉明[2]、小野 祐作[2]、小林 秀樹[3]、Wei Yang[2]、永井 信[3]、秋津 朋子[4]、奈佐原 顕郎[4]、宮崎 理紗[1]、堀 雅裕[1]、村上 浩[1] (1.国立研究開発法人　宇宙航空研究開発機構、2.千葉大学環境リモートセンシング研究センター、3.国立研究開発法人　海洋研究開発機構、4.筑波大学)

15:50 ~ 16:05

[MAG38-07] **35-years of Land Surface Albedo and 15-years of Down-Welling Short-Wave Radiation Retrievals from Satellites through the EUMETSAT/LSA-SAF and ECMWF/C3S projects**

*Dominique Carrer[1]、Florian Pinault[1]、Iskander Benhadj[2]、Xavier Ceamanos[1]、Sandra Coelho[3]、Gabriel Lellouch[1]、Catherine Meurey[1]、Suman Moparthy[1]、Else Swinnen[2]、Chloé Vincent[1]、Isabel Trigo[3] (1.Meteo France, CNRM, France、2.VITO, Belgium、3.IPMA, Portugal)

16:05 ~ 16:20

[MAG38-08] **Integrating the satellite-based biophysical model and environmental zonation scheme to estimate rice yield gap in Northeast China**

*Jiahua Zhang[1,3]、Jingwen Wang[1,2,3] (1.Institute of Remote Sensing and Digital Earth, Chinese Academy of Sciences、2.University of Chinese Academy of Sciences、3.Aerospace Information Research Institute, Chinese Academy of Sciences)

16:20 ~ 16:35

[MAG38-09] Landsat-based Phenological Classification Mapping in Japan

*堤田 成政[1]、永井 信[2]、Pedro Rodriguez-Veiga[3,4,1]、三浦 知昭[5] (1.京都大学大学院地球環境学堂、2.海洋研究開発機構地球環境観測研究センター、3.Centre for Landscape and Climate Research, University of Leicester、4. National Centre for Earth Observation, University of Leicester、5.Department of Natural Resources and Environmental Management University of Hawaii at Manoa)

16:35 ~ 16:50

[MAG38-10] **Incorporating satellite-retrieved canopy nitrogen content into the biophysical process model for estimating crop yield and N fertilizer recommendation**

*Jingwen Wang[1,2,3]、Jiahua Zhang[1,3] (1.Institute of Remote Sensing and Digital Earth, Chinese Academy of Sciences、2.University of Chinese Academy of Sciences、3.Aerospace Information Research Institute, Chinese Academy of Sciences)

16:50 ~ 17:00

Discussion

Introduction of GCOM-C/SGLI Leaf Area Index & Fraction of Absorbed Photosynthetically Active Radiation products

*小林 利行[1]、本多 嘉明[2]、小野 祐作[2]、小林 秀樹[3]、Wei Yang[2]、永井 信[3]、秋津 朋子[4]、奈佐原 顕郎[4]、宮崎 理紗[1]、堀 雅裕[1]、村上 浩[1]
*Toshiyuki Kobayashi[1], Yoshiaki HONDA[2], Yuhsaku Ono[2], Hideki Kobayashi[3], Wei Yang[2], Shin Nagai[3], Tomoko Akitsu[4], Kenlo Nasahara[4], Risa Miyazaki[1], Masahiro Hori[1], Hiroshi Murakami[1]

1. 国立研究開発法人　宇宙航空研究開発機構、2. 千葉大学環境リモートセンシング研究センター、3. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、4. 筑波大学
1. Japan Aerospace Exploration Agency, 2. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. University of Tsukuba

The Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) launched the Global Change Observation Mission - Climate (GCOM-C) satellite on December 23rd, 2017. The Leaf Area Index (LAI) and the fraction of Absorbed Photosynthetically Active Radiation (fAPAR) product (Algorithm ID: T2B) is one of the GCOM-C standard land products. The dataset is being produced from Second Generation Global Imager (SGLI) at 250-m resolution on a daily basis. At the present time, there are several limitations on the product. In this research, we summarize the early results and limitations of the T2B products.

The LAI is defined as one half of the total green leaf area per unit ground surface area. In the GCOM-C product, LAI is estimated for overstory leaves. The information for understory vegetation is added as understory NDVI. The fAPAR is defined as the proportion of the effectively absorbed solar radiation by plants in the photosynthetically active wavelengths (the spectral region from 400 to 700 nm). LAI and fAPAR were estimated based on the Look-Up Tables (LUTs) showing the relationships between the multi-angle atmospherically-corrected land surface reflectance data and the LAI or fAPAR. The LUTs were produced to fit with the field-observed reference data collected from literatures using a radiative transfer simulator, the Forest Light Environmental Simulator (FLiES) [1]. It simulates radiative transfers in the forests and grasslands based on the Monte Carlo method.

The accuracy of the retrieved LAI and fAPAR was assessed using the in-situ observation data which was collected at several sites. The product has the tendency of overestimating LAI especially at the needle-leaved forests. One of the reasons is that the current algorithm cannot distinguish the difference between the overstory LAI and the understory vegetation well at the forested areas with sparse trees. The accuracy of the T2B product should be improved by revising the algorithm and the LUTs for retrieving LAI. We are planning to revise the land cover datasets which are the basis of retrieving LAI. The LUTs will be revised by fitting the vegetation parameters for FLiES with the SGLI data.

[1] H. Kobayashi *et al.*, A coupled 1-D atmosphere and 3-D canopy radiative transfer model for canopy reflectance, light environment, and photosynthesis simulation in a heterogeneous landscape, *Remote Sensing of Environment*, **112** (2008), 173-185.

キーワード：LAI、fAPAR、GCOM-C
Keywords: LAI, fAPAR, GCOM-C

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

35-years of Land Surface Albedo and 15-years of Down-Welling Short-Wave Radiation Retrievals from Satellites through the EUMETSAT/LSA-SAF and ECMWF/C3S projects

*Dominique Carrer[1], Florian Pinault[1], Iskander Benhadj[2], Xavier Ceamanos[1], Sandra Coelho[3], Gabriel Lellouch[1], Catherine Meurey[1], Suman Moparthy[1], Else Swinnen[2], Chloé Vincent[1], Isabel Trigo[3]

1. Meteo France, CNRM, France, 2. VITO, Belgium, 3. IPMA, Portugal

The space program of EUMETSAT (project CDOP3, LSA-SAF) and the Copernicus Climate Change program (managed by ECMWF) provide (or will provide) added-value satellite products for the meteorological and environmental science communities, especially in the fields of climate modelling, environmental management, natural hazards management, and climate change detection.

The EUMETSAT/LSA-SAF project started in 1999 with research and development activities. The delivered operational products include land surface albedos, temperature, short-wave and long-wave downwelling radiation fluxes, and many others. After twenty years (1999-2019) of research, development, and progressive operational activities, Meteo-France built on a strong expertise on satellite retrieval of the surface albedo and down-welling short-wave radiation variables. Based on that experience, we started in 2016 within the framework of the COPERNICUS/C3S_312 project to develop consistent surface albedo products from the 80’ s until now using multiple sensors from the past to the current generation of instrument. This will complete the EUMETSAT/LSA-SAF albedo archive for the past period. This work will lead in 2019 to more than 35 years of products characterizing the albedo properties of the surface and 15 years of short-wave downwelling radiation fluxes from different satellite sensors. First C3S collection will be available in autumn 2019 whereas more than 10 different albedos and short-wave downwelling radiation fluxes are already operational in EUMETSAT/LSA-SAF (http://lsa-saf.eumetsat.int/). Product characteristics, and performances are presented here. The next scientific challenges related to the next generation of European satellites and the emergence of artificial intelligence are also discussed.

Finally, it is important to emphasize that these programs provide a great opportunity to monitor human-induced climate change since consistent production of data sets is ensured until at least 2022. In this perspective, our effort will be in the development of open source scientific code in order to share our expertise in the remote sensing of the Earth.

Keywords: satellite, surface albedo, short-wave radiation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Integrating the satellite-based biophysical model and environmental zonation scheme to estimate rice yield gap in Northeast China

*Jiahua Zhang[1,3], Jingwen Wang[1,2,3]

1. Institute of Remote Sensing and Digital Earth, Chinese Academy of Sciences, 2. University of Chinese Academy of Sciences, 3. Aerospace Information Research Institute, Chinese Academy of Sciences

Yield gap analysis is a powerful method to reveal the difference between the actual crop yield and yield potential, and to understand the possible yield increase for fulfilling the growing food demand. It used to be restricted to small geographic areas in previous studies, and thus the scope of untapped yield often remains unclear at macro scale. To this end, we proposed an improved remote sensing approach to better assess the regional rice yield gap in northeast China. A biophysical model based on satellite-retrieved LAI and crop classification map was used to derive the actual yield and its spatial patterns. In addition, a machine-learning zonation scheme was developed to further evaluate the attainable potential yield for farmers within domains having similar climatic, geomorphic, and edaphic context. Results indicated that the satellite-based biophysical model can provide reliable estimates of rice yields, with RMSE all below 20 percent at the county level from 2006 to 2017; and the zonation scheme enabled better portrayal of the spatial variation in potential yield. To identify areas with the greatest potential for narrowing the yield gap, northeast China was divided into four parts with different priorities for future yield improvement. In general, south of northeast China possessed substantial yield gaps with the primary priority to be explored; whereas in the north, the actual yield already approximating yield potential, further yield increase was limited and challenging. Quantile regression model provided a complete view of relationships between natural factors and potential yield, and revealed the significant limiting effects of growing degree days, cumulative solar radiation and elevation. This study demonstrates the potential of remote sensing for agricultural decisions, and will aid planners to recognize the macro-scale food production capacity and security situation, to prioritize regions and needs for research and exploitation, and to evaluate the impact of future scenarios such as climate change.

Keywords: remote sensing, crop yield, yield gap, biophysical process model, environmental zonation scheme, Northeast China

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Landsat-based Phenological Classification Mapping in Japan

*堤田 成政[1]、永井 信[2]、Pedro Rodriguez-Veiga[3,4,1]、三浦 知昭[5]
*Narumasa Tsutsumida[1], Shin Nagai[2], Pedro Rodriguez-Veiga[3,4,1], Tomoaki Miura[5]

1. 京都大学大学院地球環境学堂、2. 海洋研究開発機構地球環境観測研究センター、3. Centre for Landscape and Climate Research, University of Leicester、4. National Centre for Earth Observation, University of Leicester、5. Department of Natural Resources and Environmental Management University of Hawaii at Manoa
1. Graduate School of Global Environmental Studies, Kyoto Univeristy, 2. Research and Development Center for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Centre for Landscape and Climate Research, University of Leicester, 4. National Centre for Earth Observation, University of Leicester, 5. Department of Natural Resources and Environmental Management University of Hawaii at Manoa

Land surface phenology (LSP) is associated with climate and terrestrial conditions over space and time, and the monitoring of LSP helps understandings of the terrestrial environments. The LSP is often inferred by satellite observations, and long-term and regularly-composited satellite imagery is now freely available. Due to its complex interactions with geographical and environmental factors, it is often difficult to characterise phenological cycles by LSP. In order to understand the baseline of the phenological cycle which would be expected as the principal vegetation seasonal activity, we aim at classifying LSP temporal patterns over the entire territory of Japan. Normalised Vegetation Difference Index (NDVI) time series during the period of 2014 to 2017 with the spatial resolution of 30m calculated from Landsat 8 surface reflectance were decomposed into three harmonic terms by harmonic analysis with removing of the temporal trend. Then amplitudes and phases of these three harmonic terms were classified into 36 classes according to their orders. Considering tall vegetation (e.g., tree covers) and short vegetation (e.g., agricultural lands), while excluding other land covers, two types of phenological classification maps with 36 classes for each were produced. The phenological classification proposed in this study is a new terrestrial map which provides new important information for land cover studies regarding climate change, environmental degradation, and human impact assessment. This simple unsupervised classification approach can have diverse advantages such as i) only one specific variable (in this case NDVI) was used, yielding a consistent result compared to models with multivariate analysis, ii) complex temporal profiles can be considered, suggesting better descriptions of LSP than using phenological parameters such as start-of-season, peak-of-season, end-of-season, and length of greening period (In particular, our approach can classify temporal profiles with multiple peaks in the seasonal cycle), iii) the unsupervised classification approach do not need reference samples, which would require reliable observations of phenological events for a supervised classification scheme (such datasets are often limited), and iv) the non-thematic way of classification can avoid mislabelling problems. Interpretation of the classification map can be done by the users, making it easy to utilise towards further climate / environmental studies.

キーワード：フェノロジー、地球観測、ランドサット
Keywords: Phenology, Earth Observation, Landsat

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Incorporating satellite-retrieved canopy nitrogen content into the biophysical process model for estimating crop yield and N fertilizer recommendation

*Jingwen Wang[1,2,3], Jiahua Zhang[1,3]

1. Institute of Remote Sensing and Digital Earth, Chinese Academy of Sciences, 2. University of Chinese Academy of Sciences, 3. Aerospace Information Research Institute, Chinese Academy of Sciences

Remote sensing-based biophysical process models (RSBPM) are powerful and indispensable tools for estimating crop productivity over field and landscape scales. However, due to the lack of regional fertilization data, nitrogen stress is often poorly parameterized in these models, which may lead to considerable biases in crop yield simulation. To address this issue, current study improves the representation of nitrogen constraints on photosynthetic capacity in the RSBPM. Canopy nitrogen content retrieved from the newly available high-resolution Sentinel-2 spectral bands is integrated into the model to constrain nitrogen availability in the vital photosynthetic enzyme. And a two-leaf upscaling scheme is used to account for the vertically varying nitrogen content inside canopies and the associated physiological differences between leaves. Measurement data was collected for 32 field-years that spans major crops including wheat, maize, soybean and rice from 2016 to 2017 in China. The satellite-retrieved canopy nitrogen content partially reflects the field fertilization, and identifies seasonality of Rubiso-limited photosynthetic capacity. The new representation of nitrogen constraints significantly reduces the bias of estimated crop yields, and improves the temporal correlations between the simulated and the measured biomass, relative to the commonly employed cases of using specified constant nitrogen stress factor, default fertilization schemes, and the big-leaf nitrogen-constrained model. The improved RSBPM also enables the remote estimation of nitrogen nutrient index, which indicates the status of actual N absorbed versus critical N requirement in the crop. This model improvement on nitrogen constraints has significant implications for better assessment and prediction of crop yield and nitrogen use efficiency and for studying human-environment interactions.

Keywords: canopy nitrogen content, crop yield, biophysical process model, Sentinel-2, fertilization, nitrogen nutrient index

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-AG 応用地球科学

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_12

[M-AG39] 海洋地球インフォマティクス

コンビーナ:坪井 誠司(海洋研究開発機構)、高橋 桂子(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、金尾 政紀(国立極地研究所)、松岡 大祐(海洋研究開発機構)

海洋地球科学の研究を進める上で、観測と計算機シミュレーションは不可欠な両輪である。近年、観測の手段が多様化すると共に観測装置の性能が飛躍的に向上し、これまでにない分解能で多様な観測が可能となりつつある。このような観測やシミュレーションから生み出されるデータは質、量共に、桁違いの規模となりつつあるとともに、このような巨大な規模のデータ解析は、近年の飛躍的な計算機の能力向上により、我々の手に届くところに近づいている。一方で、高速で大規模な計算機を自らの研究に用いることが出来る研究者は限られているのが現状といえる。本セッションでは、近年の海洋地球科学研究において、質、量ともに劇的な変革を遂げた観測とシミュレーションの巨大データの状況を俯瞰し、それらの解析環境および計算機環境について専門的立場から状況を分析する。さらに、今後の新たな解析手法についても焦点を当て、今後の海洋地球インフォマティクス研究が進むべき方向性について観測科学と計算科学の双方の専門的立場からの見通しを共有することを目的とする。

[MAG39-P01] 地球シミュレータによる大気海洋プロダクトの産業流通における課題

*角田 晋也[1]、西村 一[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[MAG39-P02] GANSEKI：JAMSTEC深海底岩石サンプルキュレーションの長期的展望

*富山 隆將[1] (1.海洋研究開発機構)

[MAG39-P03] Running global seismic waveform simulation on Windows10

*坪井 誠司[1] (1.海洋研究開発機構)

[MAG39-P04] Synthetic seismograms of explosive sources calculated by the Earth Simulator

*坪井 誠司[1] (1.海洋研究開発機構)

地球シミュレータによる大気海洋プロダクトの産業流通における課題
A bottleneck against industrial distribution of atmosphere-ocean product from the Earth Simulator

*角田 晋也[1]、西村 一[1]
*Shinya Kakuta[1], Hajime Nishimura[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. JAMSTEC Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

公的機関の研究開発活動がもたらす社会経済波及効果の拡大を目的として、民間との連携のもと、地球シミュレータ及びその成果を用いたビジネスを創出する事業戦略につき考察した。社会課題の解決には、成功事例の創出だけでなく、横展開と長期運用が必須である。公的資金の公募においても社会実装は公的資金のみでは賄えないので、民間企業による社会実装への見通しを求められる場面が増えている。他方、公的機関も研究成果がより一層の社会経済波及効果を及ぼすよう求められている。しかし、公的研究機関は人手不足のため、現在実施している国のプロジェクトに対応するのが精いっぱいである。

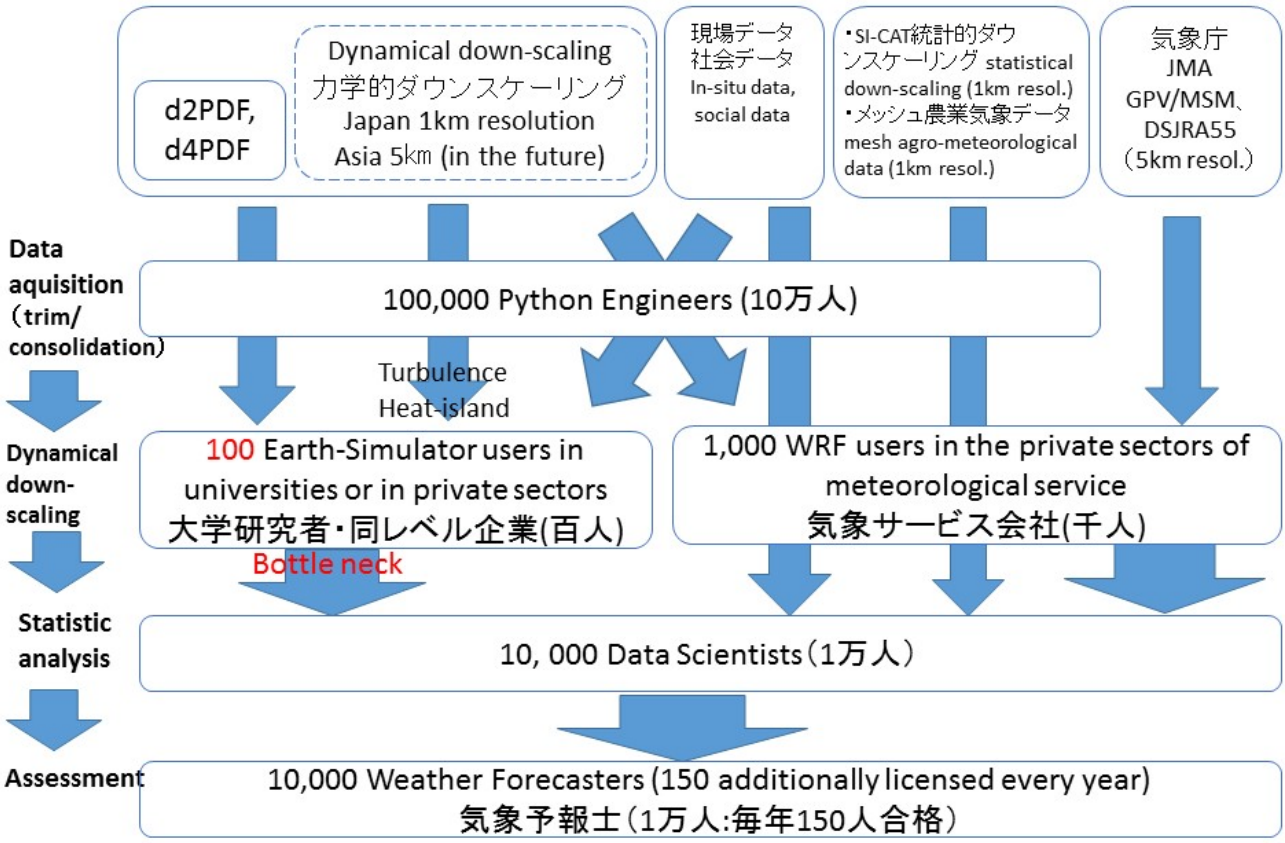
環境データ、特に超大容量の気象データを利用するための専門スキルを持つものが少ないことが社会実装の際の根本的なボトルネックとなっている。ここをスムーズにデータが流通するよう、大学研究者などの少数の人材に作業が集中的に依存しないように工程を分割し、分業し易くなるようプラットフォームを構築することを提案する。特に、力学的ダウンスケーリングの後の統計解析や影響評価の工程をデータサイエンティストや気象予報士に割り当てることができれば、いずれも日本に一万人程度存在するのでダウンスケーリングの工程よりは人材層が厚い。データサイエンティストのうちかなりの割合がpython等のスクリプトのスキルを持つと想定される。他方、気象予報士は毎年150名ほど合格している。その上で、多くの自治体が上述の超大容量データを利用したり、自治体が保有する現場データ等の小規模サーバを構築したり、現場データをGIS化したりする業務を自治体から民間企業にアウトソーシングする流れを作り出す必要がある。
長期的には人材育成が必要であるが、極端現象を取り扱わなければならない影響評価を行う企業向けには、各省庁の研究所、先進的な自治体研究所、または大学から毎年計十名ほどを雇用または共同研究により育成できる。

キーワード：産業流通、ボトルネック、大気海洋シミュレーション
Keywords: industrial distribution, bottleneck, atmosphere and ocean simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

気象プロダクトを社会データと相関解析するまでの工程

Process to correlation analyses between meteorological products & social data



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GANSEKI：JAMSTEC深海底岩石サンプルキュレーションの長期的展望
GANSEKI: Long-Term Strategy of JAMSTEC Deep Seafloor Rock Sample Curation

*富山 隆將[1]
*Takayuki Tomiyama[1]

1. 海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

海洋研究開発機構(JAMSTEC)では，2008年に施行された現行のJAMSTECデータポリシー[1]の下で取得されたデータやサンプルで，保管期間が10年を超えるものが現れ始めた．これは，JAMSTECの航海で取得されたデータ・サンプルに義務付けられた最低限の保管期間として定義された期間でもある．JAMSTECの岩石サンプルキュレーション体制は，その長期的な継続を考える上で，ひとつの節目を迎えている．

JAMSTEC岩石サンプルキュレーションは，設立以来，変革を繰り返してきた．保管スペースについては，これまで1~2年おきに移動型倉庫の増設・更新を繰り返していたが，2019年，仮設とはいえ，ようやく屋内の固定倉庫への移動が叶った．しかし，永久保管先となるサンプル保管棟の建設についてはいまだ検討中の段階にとどまっており，数年以内にサンプルの減量などによるスペース確保の対策が避けられない状態である．データ管理においては，岩石サンプル専用のデータベース”GANSEKI”が数回の改修のち，その公開系が2017年にDARWINデータベース[2]に統合された．一方，管理系については，岩石・堆積物コア・生物サンプルのデータベース統合が進められている．岩石について公開可能なデータ種は多様化が進められ，化学分析データ，年代情報，薄片写真，表面拡大写真，文献情報などが掲載可能なほか，今後はさらに多くのデータ種が掲載可能になるものと思われる．

これまでのJAMSTEC岩石サンプルキュレーションは，JAMSTEC独自のデータポリシー[1]の下で実施されて来た．しかし，JURCAOS-AORI-JAMSTEC共催の全国共同利用航海[3]の実施が始まる2019年度は，新たに併存するデータポリシーへの対応が迫られている．本発表では，JAMSTEC岩石サンプルキュレーションについて，これまでの軌跡と現状の課題を俯瞰しつつ，今後の展望について議論する．

参考： [1] 海洋研究開発機構 (2007),「データ・サンプルの取り扱いに関する基本方針」, https://www.jamstec.go.jp/j/database/data_policy.html. [2] 海洋研究開発機構,「JAMSTEC航海・潜航データ・サンプル探索システム(DARWIN)」, http://www.godac.jamstec.go.jp/darwin/j. [3] 東京大学大気海洋研究所,「共同利用」, http://www.aori.u-tokyo.ac.jp/coop/.

キーワード：岩石サンプル、キュレーション、海洋地質、データベース
Keywords: rock sample, curation, marine geology, database

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Running global seismic waveform simulation on Windows10

*坪井 誠司[1]
*Seiji Tsuboi[1]

1. 海洋研究開発機構
1. JAMSTEC, Center for Earth Information Science and Technology

Latest version of Windows10, which is Fall Creators Update, supports Windows Subsystem for Linux (WSL). This enables to use linux, such as Ubuntu, directly from Windows. Here we show examples of how we can use this system to run spectral-element method to calculate global seismic waveform on Windows PC and its performance of typical simulation. We use Ubuntu 18.04 available from Windows store and installed it on the latest version of Windows 10. Then we install gcc 5.4.0, gfortran 5.4.0, and OpenMPI 4.0.0 on Ubuntu. We also install SPECFEM3D_GLOBE 7.0.0 and configured under the above linux environment. We use Windows PC equipped with Core i7-3840QM CPU (2.8GHz) and 16GB memory. Since this CPU has four cores, we use one chunk simulation of SPECFEM3D_GLOBE and set the angular distance of the chunk to be 20 degree with NPROC=2. We set NEX=128, which enables to get synthetics with the accuracy of about 30 second and longer. Preliminary results of this simulation show that it takes about 4hours to compute 5 minutes synthetic seismograms over the chunk by using four cores of this CPU. We will show if this performance may be improved with further optimization of the compilation.

キーワード：スペクトル要素法、数値シミュレーション、理論地震波形計算
Keywords: Spectral Element Method, Numerical Simulation, theoretical seismograms

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Synthetic seismograms of explosive sources calculated by the Earth Simulator

*坪井 誠司[1]
*Seiji Tsuboi[1]

1. 海洋研究開発機構
1. JAMSTEC, Center for Earth Information Science and Technology

We have calculated broadband synthetic seismograms using the spectral-element method (Komatitsch et al., 2005) for realistic Earth model. Recent progress in supercomputers makes it possible to compute the synthetic seismograms with the accuracy of 1.2 second and longer (Tsuboi et al., 2016a) . Here we have used one chunk of spectral element method to compute synthetics with 1.5 second accuracy using the Earth Simulator. We calculate synthetics for Sep. 3, 2017 (MB(USGS) 6.3). The simulations are performed on 8,100 processors, which require 2,025 nodes of the Earth Simulator. We use one chunk with the angular distance 40 degrees to compute synthetic seismograms. On this number of nodes, a simulation of 5 minutes of wave propagation accurate at periods of 1.5 seconds and longer requires about 9 hours of CPU time (Tsuboi et al., 2016b) . We use CMT solution of Dreger (2017) as a source model for this event. This source model has 24% CLVD component, 34% double couple component and 42% isotropic component. The hypocenter depth of this solution is 1.4 km but we put the hypocenter at the surface for this computation. Comparisons of the synthetic waveforms with the observation at station MDJ(Mudanjiang) in China show that the arrival time of Pn and Pg waves matches well with the observation, which demonstrates that the crustal structure we have used for this computation models the actual structure well. The surface waves observed at this station are also modeled well in the synthetics, which shows that the CMT solution we have used for this computation correctly grasps the source characteristics of this event. However, the amplitudes of Pn and Pg waves in the synthetics are smaller than the observations, which indicates that the amplitude of short period components is not enough in this computation. The result also shows that crustal structure around source region should be improved to get better agreement between the synthetics and observation.

キーワード：スペクトル要素法、理論地震波形記録計算、爆発的震源
Keywords: Spectral Element Method, Numerical Simulation, explosive source

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-AG 応用地球科学

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_44

[M-AG39] 海洋地球インフォマティクス

コンビーナ:坪井 誠司(海洋研究開発機構)、高橋 桂子(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、金尾 政紀(国立極地研究所)、松岡 大祐(海洋研究開発機構)

海洋地球科学の研究を進める上で、観測と計算機シミュレーションは不可欠な両輪である。近年、観測の手段が多様化すると共に観測装置の性能が飛躍的に向上し、これまでにない分解能で多様な観測が可能となりつつある。このような観測やシミュレーションから生み出されるデータは質、量共に、桁違いの規模となりつつあるとともに、このような巨大な規模のデータ解析は、近年の飛躍的な計算機の能力向上により、我々の手に届くところに近づいている。一方で、高速で大規模な計算機を自らの研究に用いることが出来る研究者は限られているのが現状といえる。本セッションでは、近年の海洋地球科学研究において、質、量ともに劇的な変革を遂げた観測とシミュレーションの巨大データの状況を俯瞰し、それらの解析環境および計算機環境について専門的立場から状況を分析する。さらに、今後の新たな解析手法についても焦点を当て、今後の海洋地球インフォマティクス研究が進むべき方向性について観測科学と計算科学の双方の専門的立場からの見通しを共有することを目的とする。

[MAG39-P01] 地球シミュレータによる大気海洋プロダクトの産業流通における課題

*角田 晋也[1]、西村 一[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[MAG39-P02] GANSEKI：JAMSTEC深海底岩石サンプルキュレーションの長期的展望

*富山 隆將[1] (1.海洋研究開発機構)

[MAG39-P03] Running global seismic waveform simulation on Windows10

*坪井 誠司[1] (1.海洋研究開発機構)

[MAG39-P04] Synthetic seismograms of explosive sources calculated by the Earth Simulator

*坪井 誠司[1] (1.海洋研究開発機構)

地球シミュレータによる大気海洋プロダクトの産業流通における課題
A bottleneck against industrial distribution of atmosphere-ocean product from the Earth Simulator

*角田 晋也[1]、西村 一[1]
*Shinya Kakuta[1], Hajime Nishimura[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. JAMSTEC Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

公的機関の研究開発活動がもたらす社会経済波及効果の拡大を目的として、民間との連携のもと、地球シミュレータ及びその成果を用いたビジネスを創出する事業戦略につき考察した。社会課題の解決には、成功事例の創出だけでなく、横展開と長期運用が必須である。公的資金の公募においても社会実装は公的資金のみでは賄えないので、民間企業による社会実装への見通しを求められる場面が増えている。他方、公的機関も研究成果がより一層の社会経済波及効果を及ぼすよう求められている。しかし、公的研究機関は人手不足のため、現在実施している国のプロジェクトに対応するのが精いっぱいである。

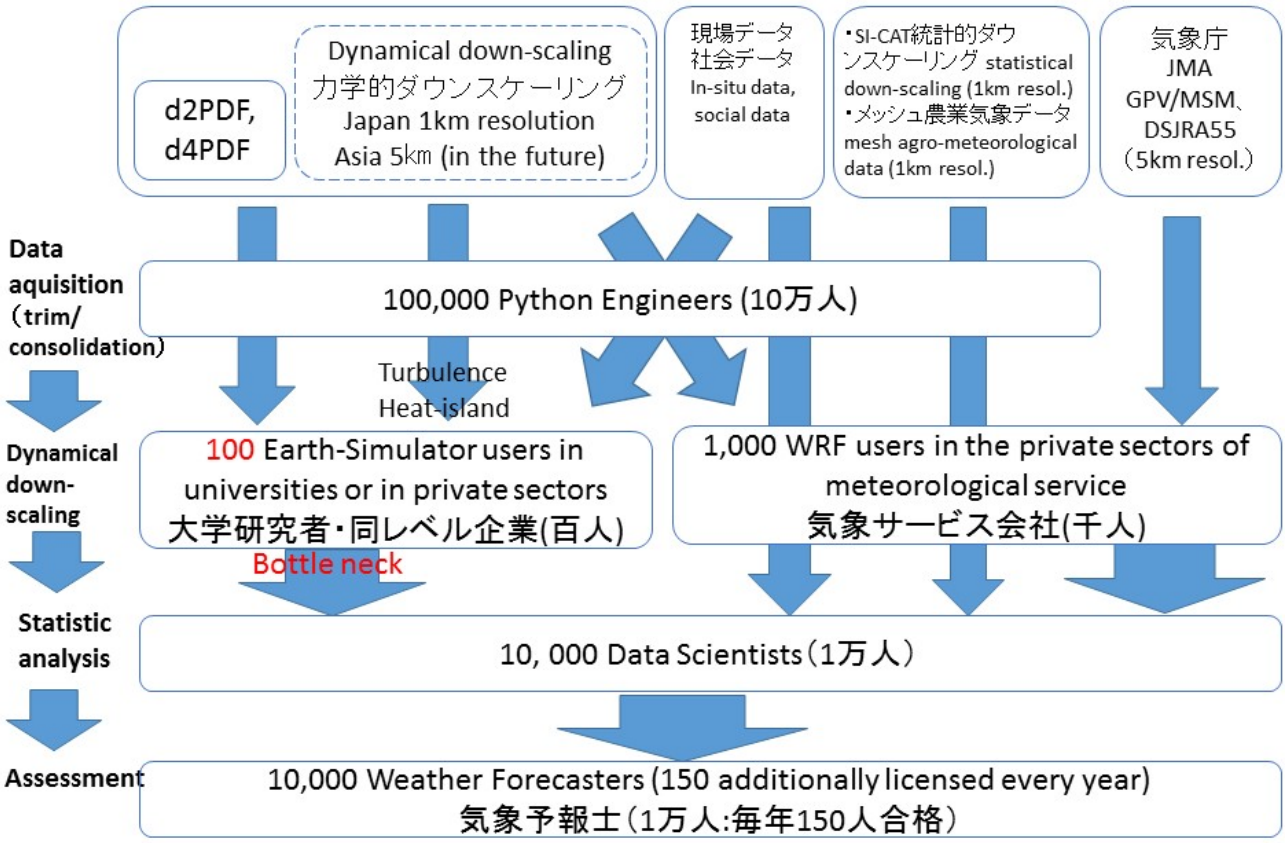
環境データ、特に超大容量の気象データを利用するための専門スキルを持つものが少ないことが社会実装の際の根本的なボトルネックとなっている。ここをスムーズにデータが流通するよう、大学研究者などの少数の人材に作業が集中的に依存しないように工程を分割し、分業し易くなるようプラットフォームを構築することを提案する。特に、力学的ダウンスケーリングの後の統計解析や影響評価の工程をデータサイエンティストや気象予報士に割り当てることができれば、いずれも日本に一万人程度存在するのでダウンスケーリングの工程よりは人材層が厚い。データサイエンティストのうちかなりの割合がpython等のスクリプトのスキルを持つと想定される。他方、気象予報士は毎年150名ほど合格している。その上で、多くの自治体が上述の超大容量データを利用したり、自治体が保有する現場データ等の小規模サーバを構築したり、現場データをGIS化したりする業務を自治体から民間企業にアウトソーシングする流れを作り出す必要がある。
長期的には人材育成が必要であるが、極端現象を取り扱わなければならない影響評価を行う企業向けには、各省庁の研究所、先進的な自治体研究所、または大学から毎年計十名ほどを雇用または共同研究により育成できる。

キーワード：産業流通、ボトルネック、大気海洋シミュレーション
Keywords: industrial distribution, bottleneck, atmosphere and ocean simulation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

気象プロダクトを社会データと相関解析するまでの工程

Process to correlation analyses between meteorological products & social data



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

GANSEKI：JAMSTEC深海底岩石サンプルキュレーションの長期的展望
GANSEKI: Long-Term Strategy of JAMSTEC Deep Seafloor Rock Sample Curation

*富山 隆將[1]
*Takayuki Tomiyama[1]

1. 海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

海洋研究開発機構(JAMSTEC)では，2008年に施行された現行のJAMSTECデータポリシー[1]の下で取得されたデータやサンプルで，保管期間が10年を超えるものが現れ始めた．これは，JAMSTECの航海で取得されたデータ・サンプルに義務付けられた最低限の保管期間として定義された期間でもある．JAMSTECの岩石サンプルキュレーション体制は，その長期的な継続を考える上で，ひとつの節目を迎えている．

JAMSTEC岩石サンプルキュレーションは，設立以来，変革を繰り返してきた．保管スペースについては，これまで1~2年おきに移動型倉庫の増設・更新を繰り返していたが，2019年，仮設とはいえ，ようやく屋内の固定倉庫への移動が叶った．しかし，永久保管先となるサンプル保管棟の建設についてはいまだ検討中の段階にとどまっており，数年以内にサンプルの減量などによるスペース確保の対策が避けられない状態である．データ管理においては，岩石サンプル専用のデータベース”GANSEKI”が数回の改修のち，その公開系が2017年にDARWINデータベース[2]に統合された．一方，管理系については，岩石・堆積物コア・生物サンプルのデータベース統合が進められている．岩石について公開可能なデータ種は多様化が進められ，化学分析データ，年代情報，薄片写真，表面拡大写真，文献情報などが掲載可能なほか，今後はさらに多くのデータ種が掲載可能になるものと思われる．

これまでのJAMSTEC岩石サンプルキュレーションは，JAMSTEC独自のデータポリシー[1]の下で実施されて来た．しかし，JURCAOS-AORI-JAMSTEC共催の全国共同利用航海[3]の実施が始まる2019年度は，新たに併存するデータポリシーへの対応が迫られている．本発表では，JAMSTEC岩石サンプルキュレーションについて，これまでの軌跡と現状の課題を俯瞰しつつ，今後の展望について議論する．

参考： [1] 海洋研究開発機構 (2007),「データ・サンプルの取り扱いに関する基本方針」, https://www.jamstec.go.jp/j/database/data_policy.html. [2] 海洋研究開発機構,「JAMSTEC航海・潜航データ・サンプル探索システム(DARWIN)」, http://www.godac.jamstec.go.jp/darwin/j. [3] 東京大学大気海洋研究所,「共同利用」, http://www.aori.u-tokyo.ac.jp/coop/.

キーワード：岩石サンプル、キュレーション、海洋地質、データベース
Keywords: rock sample, curation, marine geology, database

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Running global seismic waveform simulation on Windows10

*坪井 誠司[1]
*Seiji Tsuboi[1]

1. 海洋研究開発機構
1. JAMSTEC, Center for Earth Information Science and Technology

Latest version of Windows10, which is Fall Creators Update, supports Windows Subsystem for Linux (WSL). This enables to use linux, such as Ubuntu, directly from Windows. Here we show examples of how we can use this system to run spectral-element method to calculate global seismic waveform on Windows PC and its performance of typical simulation. We use Ubuntu 18.04 available from Windows store and installed it on the latest version of Windows 10. Then we install gcc 5.4.0, gfortran 5.4.0, and OpenMPI 4.0.0 on Ubuntu. We also install SPECFEM3D_GLOBE 7.0.0 and configured under the above linux environment. We use Windows PC equipped with Core i7-3840QM CPU (2.8GHz) and 16GB memory. Since this CPU has four cores, we use one chunk simulation of SPECFEM3D_GLOBE and set the angular distance of the chunk to be 20 degree with NPROC=2. We set NEX=128, which enables to get synthetics with the accuracy of about 30 second and longer. Preliminary results of this simulation show that it takes about 4hours to compute 5 minutes synthetic seismograms over the chunk by using four cores of this CPU. We will show if this performance may be improved with further optimization of the compilation.

キーワード：スペクトル要素法、数値シミュレーション、理論地震波形計算
Keywords: Spectral Element Method, Numerical Simulation, theoretical seismograms

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Synthetic seismograms of explosive sources calculated by the Earth Simulator

*坪井 誠司[1]
*Seiji Tsuboi[1]

1. 海洋研究開発機構
1. JAMSTEC, Center for Earth Information Science and Technology

We have calculated broadband synthetic seismograms using the spectral-element method (Komatitsch et al., 2005) for realistic Earth model. Recent progress in supercomputers makes it possible to compute the synthetic seismograms with the accuracy of 1.2 second and longer (Tsuboi et al., 2016a) . Here we have used one chunk of spectral element method to compute synthetics with 1.5 second accuracy using the Earth Simulator. We calculate synthetics for Sep. 3, 2017 (MB(USGS) 6.3). The simulations are performed on 8,100 processors, which require 2,025 nodes of the Earth Simulator. We use one chunk with the angular distance 40 degrees to compute synthetic seismograms. On this number of nodes, a simulation of 5 minutes of wave propagation accurate at periods of 1.5 seconds and longer requires about 9 hours of CPU time (Tsuboi et al., 2016b) . We use CMT solution of Dreger (2017) as a source model for this event. This source model has 24% CLVD component, 34% double couple component and 42% isotropic component. The hypocenter depth of this solution is 1.4 km but we put the hypocenter at the surface for this computation. Comparisons of the synthetic waveforms with the observation at station MDJ(Mudanjiang) in China show that the arrival time of Pn and Pg waves matches well with the observation, which demonstrates that the crustal structure we have used for this computation models the actual structure well. The surface waves observed at this station are also modeled well in the synthetics, which shows that the CMT solution we have used for this computation correctly grasps the source characteristics of this event. However, the amplitudes of Pn and Pg waves in the synthetics are smaller than the observations, which indicates that the amplitude of short period components is not enough in this computation. The result also shows that crustal structure around source region should be improved to get better agreement between the synthetics and observation.

キーワード：スペクトル要素法、理論地震波形記録計算、爆発的震源
Keywords: Spectral Element Method, Numerical Simulation, explosive source

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-AG 応用地球科学

2019年5月30日(木) 13:45 ~ 15:15 | A10 東京ベイ幕張ホール

[M-AG39] 海洋地球インフォマティクス

コンビーナ:坪井 誠司(海洋研究開発機構)、高橋 桂子(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、金尾 政紀(国立極地研究所)、松岡 大祐(海洋研究開発機構)、座長:松岡 大祐、坪井 誠司

海洋地球科学の研究を進める上で、観測と計算機シミュレーションは不可欠な両輪である。近年、観測の手段が多様化すると共に観測装置の性能が飛躍的に向上し、これまでにない分解能で多様な観測が可能となりつつある。このような観測やシミュレーションから生み出されるデータは質、量共に、桁違いの規模となりつつあるとともに、このような巨大な規模のデータ解析は、近年の飛躍的な計算機の能力向上により、我々の手に届くところに近づいている。一方で、高速で大規模な計算機を自らの研究に用いることが出来る研究者は限られているのが現状といえる。本セッションでは、近年の海洋地球科学研究において、質、量ともに劇的な変革を遂げた観測とシミュレーションの巨大データの状況を俯瞰し、それらの解析環境および計算機環境について専門的立場から状況を分析する。さらに、今後の新たな解析手法についても焦点を当て、今後の海洋地球インフォマティクス研究が進むべき方向性について観測科学と計算科学の双方の専門的立場からの見通しを共有することを目的とする。

13:45 ~ 14:00

[MAG39-01] Future direction of Marine Earth Informatics

*高橋 桂子[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

14:00 ~ 14:15

[MAG39-02] 深層学習によるカメラ画像からの気象情報の抽出

*杉山 大祐[1]、大西 領[1]、筆保 弘徳[2] (1.国立研究開発法人 海洋研究開発機構、2.横浜国立大学)

14:15 ~ 14:30

[MAG39-03] Automatic detection of weather front around Japan using deep convolutional neural network

*松岡 大祐[1,2]、杉本 志織[1]、中川 友進[1]、荒木 文明[1]、川原 慎太郎[1]、尾上 洋介[4]、飯山 将晃[3]、小山田 耕二[3] (1.海洋研究開発機構、2.科学技術振興機構、3.日本大学、4.京都大学)

14:30 ~ 14:45

[MAG39-04] Detection of multiple earthquakes by using theoretical seismograms as training dataset of machine learning

*坪井 誠司[1]、杉山 大祐[1] (1.海洋研究開発機構)

14:45 ~ 15:00

[MAG39-05] Classification with imbalanced cloud data using deep convolutional neural network

*松岡 大祐[1,2]、中野 満寿男[1]、杉山 大祐[1]、内田 誠一[3] (1.海洋研究開発機構、2.科学技術振興機構、3.九州大学)

15:00 ~ 15:15

[MAG39-06] discussion

*坪井 誠司[1] (1.海洋研究開発機構)

Future direction of Marine Earth Informatics

*高橋 桂子[1]
*Keiko Takahashi[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine and Earth Science and Technology

In advancing the research of marine Earth science, observation and computer simulation is an essential element. In recent years, the performance of the observation apparatus is dramatically improved, along with the means of observation is diversified. It is becoming possible to observe in a resolution, which was not imaginable so far. Such data to be generated from the observation is tremendously large in quantity and its quality is drastically improved. To handle these huge and high quality dataset for data analysis, we need to have a high speed and large memory computer system but such a system now becomes within reach in our hands by the recent dramatic improvement of high performance computer system. On the other hand, researchers who can use this kind of large-scale computer in their studies are still quite limited. In this session, we try to review the situation of observation data that has undergone a dramatic change regarded with both quality and quantity in recent years of marine Earth science research. We also try to review the situation from a professional standpoint of simulation about the status of the high performance computer system to analyze these “big data”. We focus on the state of the art data analysis technique and aim to share the outlook from the professional standpoint of computational science and professional position of observation science about the future direction of the marine Earth informatics research.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

深層学習によるカメラ画像からの気象情報の抽出
Extraction method of weather informations from camera image using Deep Neural Network

*杉山 大祐[1]、大西 領[1]、筆保 弘徳[2]
*DAISUKE SUGIYAMA[1], RYO ONISHI[1], HIDENORI FUDEYASU[2]

1. 国立研究開発法人 海洋研究開発機構、2. 横浜国立大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Yokohama National University

数値予報のさらなる高精度化のため、インターネットを通じたリアルタイム取得が可能な各種IoT（Internet of Things）センサー機器網による高密度気象情報の活用が期待されている。一方で、安価なIoTセンサーは地上に設置されるため、IoTセンサー網を通常活用しただけでは上空の気象情報を収集できない。本研究では、人工知能技術を用いた画像認識を応用し、安価なコンシューマーカメラの画像から雲量および日射量の抽出を行うシステムの開発に取り組んだ。本研究の手法を用いることで高価な観測機器を使わなくとも、安価なカメラ付きデバイスをリモートセンシング機器として運用することが可能になる。抽出された気象情報は、数値予測シミュレーションの入力値となるだけでなく、例えば農業分野での活用も期待される。また、中国などを始めとして防犯カメラネットワーク社会が進んでいるが、本研究の手法はそのような社会での高密度気象観測の基盤技術となり得る。

本研究ではまず、画像から雲量を抽出する５層の畳込みニューラルネットワーク（CNN）モデルを構成した。このネットワークを訓練するデータとして、インターネットより自動収集した雲の写っている画像約2,000枚に著者らが雲量をラベル付したデータを用いた。本研究の雲量は、カメラ画像に写り込んでいる空領域のうち雲に覆われている割合を０から１０の１１段階で表す。一方、気象庁は全天に対する雲領域の割合を雲量と定義する。この定義の違いには注意が必要である。訓練データのうち80%に対して機械学習を行い、残り20%を推定させて交差検証を行った。既存のセグメンテーション法の平均自乗誤差12.7に比べて、本CNNは3.0という圧倒的に小さな誤差で雲量を推定できることを明らかにした。

現在、横浜国立大学で観測された日射量と固定カメラ画像の１分毎の長期高頻度観測データを学習に用い、固定カメラ画像から日射量を抽出するモデルの開発を行っている。モデルは、固定カメラに写り込む撮影方向前方数十km範囲での空模様画像から日射量を抽出する。6年間のデータでは１方向で画像は約300万枚に及び、この大規模な訓練データを深層学習を用いて学習する。ここで、直感的には輝度値の高い明るい画像は日射量が高いと思われがちである。しかし、実際にはコンシューマーカメラには明るさ、コントラストの自動調整機能があり、また、薄曇りの日は輝度値が高いなど、相関係数はあまり大きくない。一方で、撮影位置の緯度経度と時刻から、球面幾何学計算により、その時点での理論的最大日射量を計算する（Nakajima et al. 2000）ことができる。この点に着目し、画像＋理論最大日射量を入力とするマルチモーダル深層学習モデルを構築した。画像の空模様から理論最大日射量からの減衰値を推定させることで、さらに日射量抽出の精度を向上できることを明らかにした。

キーワード：深層学習、IoT、高密度気象観測
Keywords: Deep Learning, IoT, High-density Weather Observations

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Automatic detection of weather front around Japan using deep convolutional neural network

*松岡 大祐[1,2]、杉本 志織[1]、中川 友進[1]、荒木 文明[1]、川原 慎太郎[1]、尾上 洋介[4]、飯山 将晃[3]、小山田 耕二[3]
*Daisuke Matsuoka[1,2], Shiori Sugimoto[1], Yujin Nakagawa[1], Fumiaki Araki[1], Shintaro Kawahara[1], Yosuke Onoue[4], Masaaki Iiyama[3], Koji Koyamada[3]

1. 海洋研究開発機構、2. 科学技術振興機構、3. 日本大学、4. 京都大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Japan Science and Technology Agency, 3. Nihon University, 4. Kyoto University

In this study, we automatically detect stationary front from weather forecast simulation data (GPV/MSM) using U-Net deep convolutional neural network. Our U-Net trains ten years weather data (precipitation, sea level pressure, relative humidity, air temperature, and wind velocity) and the position of weather front as the ground truth. As a result of applying the trained U-Net to the untrained one year data, our approach succeeded in accurately detecting Baiu front and autumn rain front except when Typhoon occurred. Moreover, wind velocity (zonal and meridional component) and relative humidity at 1000 hPa play an important role to obtain high detection performance. Our approach is also able to apply to weather simulation data which the weather front is not associated with.

キーワード：ディープラーニング、畳み込みニューラルネットワーク、気象前線抽出
Keywords: Deep learning, Convolutional neural network, Weather front detection

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Detection of multiple earthquakes by using theoretical seismograms as training dataset of machine learning

*坪井 誠司[1]、杉山 大祐[1]
*Seiji Tsuboi[1], DAISUKE SUGIYAMA[1]

1. 海洋研究開発機構
1. JAMSTEC, Center for Earth Information Science and Technology

Earthquake Early Warning (EEW) is now routinely used for hazard mitigation purpose in various countries. One of the causes which results false alarm of EEW is earthquakes which happen concurrently in different location. On January 5th, 2018, two earthquakes with magnitude around 5, which separate about 400 km, happened concurrently in Japan and false EEW was issued by JMA. Here we combine numerically computed theoretical seismograms and deep machine learning to properly identify multiple earthquakes to avoid false alarm. We calculate theoretical seismograms for realistic three-dimensional Earth model and use these seismograms to create snapshots of seismic wave propagation images at the surface of the Earth. Then we use these snapshots as training dataset of convolutional neural network. We build neural networks to identify multiple earthquakes and found that this networks may identify multiple earthquakes with 99% accuracy. Advantage of using this approach to identify multiple earthquakes is that we may include any earthquakes in our training dataset and accuracy of hypocenter parameters can be increased by accumulating theoretical seismograms for various earthquake location and size as learning dataset of deep machine learning. We also apply this technique for determination of hypocentral parameters, such as epicenter, depth, origin time and magnitude. We have applied these networks to actual seismograms to show that this procedure works successfully to locate earthquake and determine magnitude.

キーワード：震源決定、機械学習、理論地震記録
Keywords: earthquake location, machine learning, synthetic seismograms

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Classification with imbalanced cloud data using deep convolutional neural network

*松岡 大祐[1,2]、中野 満寿男[1]、杉山 大祐[1]、内田 誠一[3]
*Daisuke Matsuoka[1,2], Masuo Nakano[1], Daisuke Sugiyama[1], Seiichi Uchida[3]

1. 海洋研究開発機構、2. 科学技術振興機構、3. 九州大学
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Japan Science and Technology Agency, 3. Kyushu University

Image classification using deep convolutional neural network is effective technique to detect extreme phenomenafrom climate data. However, the number of extreme phenomena such as tropical cyclone (TC) is overwhelmingly small compared with others. It is knon that classification performance decline du to this imbalance between positive (TCs) and negative examples (non-TCs). In the present study, we developed a new negative data selection method for binary classification for cloud images. We analyze the relationship between the ease of classification and the characteristics of data, and optimize the training data in order to decrease the false alarm ratio (FAR). As the results, we succeeded in decrease FAR from 32.8–53.4% to 60.0–70.0% in the western North Pacific in the period from July to November.

キーワード：ディープラーニング、クラス分類、熱帯低気圧
Keywords: Deep learning, Classification, Tropical cyclone

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

discussion

*坪井 誠司[1]
*Seiji Tsuboi[1]

1. 海洋研究開発機構
1. JAMSTEC, Center for Earth Information Science and Technology

Discuss current and future direction of Marine Earth Informatics.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-AG 応用地球科学

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | A10 東京ベイ幕張ホール

[M-AG39] 海洋地球インフォマティクス

コンビーナ:坪井 誠司(海洋研究開発機構)、高橋 桂子(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、金尾 政紀(国立極地研究所)、松岡 大祐(海洋研究開発機構)、座長:坪井 誠司、松岡 大祐

海洋地球科学の研究を進める上で、観測と計算機シミュレーションは不可欠な両輪である。近年、観測の手段が多様化すると共に観測装置の性能が飛躍的に向上し、これまでにない分解能で多様な観測が可能となりつつある。このような観測やシミュレーションから生み出されるデータは質、量共に、桁違いの規模となりつつあるとともに、このような巨大な規模のデータ解析は、近年の飛躍的な計算機の能力向上により、我々の手に届くところに近づいている。一方で、高速で大規模な計算機を自らの研究に用いることが出来る研究者は限られているのが現状といえる。本セッションでは、近年の海洋地球科学研究において、質、量ともに劇的な変革を遂げた観測とシミュレーションの巨大データの状況を俯瞰し、それらの解析環境および計算機環境について専門的立場から状況を分析する。さらに、今後の新たな解析手法についても焦点を当て、今後の海洋地球インフォマティクス研究が進むべき方向性について観測科学と計算科学の双方の専門的立場からの見通しを共有することを目的とする。

15:30 ~ 15:50

[MAG39-07] Farmed fish management: integration of observation and simulation

★Invited Papers

*西川 悠[1] (1.国立研究開発法人　海洋研究開発機構)

15:50 ~ 16:05

[MAG39-08] **Q-factor estimation for Greenland ice sheet using 3-D seismic waveform modeling**

*豊国 源知[1]、竹中 博士[2]、小松 正直[2]、高木 涼太[1]、金尾 政紀[3]、坪井 誠司[4] (1.東北大・理・予知セ、2.岡山大、3.極地研、4.JAMSTEC)

16:05 ~ 16:20

[MAG39-09] CLCL: CAVELib Compatible Library for Head-mounted Displays

*川原 慎太郎[1] (1.海洋研究開発機構)

16:20 ~ 16:35

[MAG39-10] Super-Resolution Simulation for Real-Time Prediction of Urban Micrometeorology

*大西 領[1]、杉山 大祐[1]、松田 景吾[1] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

16:35 ~ 16:50

[MAG39-11] 人間活動による排熱を上手に放出し街の暑熱環境を改善する手法

*杉山 徹[1]、仝 瀟然[2]、吉田 聡[2]、佐土原 聡[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構 地球情報基盤センター、2.横浜国立大学　大学院都市イノベーション研究院)

16:50 ~ 17:00

Discussion

Farmed fish management: integration of observation and simulation

*西川 悠[1]
*Haruka Nishikawa[1]

1. 国立研究開発法人　海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Since the natural fish resource is constantly decreasing, the importance of fish farming further increases. However, the technique is still depending on the skill of artisans. The feed quantity is determined by looking. Is it truly the best feed quantity? I plan to develop a fish growth simulation model based on observation and to estimate the best feed quantity by using its simulation. This technique will reduce labor cost and enhance the new entry. I will discuss the future fish farming system that is developed by an integration of observation and simulation.

キーワード：養殖魚
Keywords: Fish farming

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Q-factor estimation for Greenland ice sheet using 3-D seismic waveform modeling

*豊国 源知[1]、竹中 博士[2]、小松 正直[2]、高木 涼太[1]、金尾 政紀[3]、坪井 誠司[4]
*Genti Toyokuni[1], Hiroshi Takenaka[2], Masanao Komatsu[2], Ryota Takagi[1], Masaki Kanao[3], Seiji Tsuboi[4]

1. 東北大・理・予知セ、2. 岡山大、3. 極地研、4. JAMSTEC
1. RCPEVE, Tohoku Univ., 2. Okayama Univ., 3. NIPR, 4. JAMSTEC

In and around Greenland, 33 seismographs are now in operation by the project “GLISN” (Greenland Ice Sheet Monitoring Network) as an international cooperation with 11 countries. Since the initiation of this project in 2009, broadband and continuous seismic waveform data have been accumulating, and data analyses using seismic interferometry have actively been conducted. For example, Toyokuni et al. (2018) detected a Rayleigh-wave phase-velocity changes over 4.5 years beneath 90 station pairs throughout Greenland, and suggested that the thermal condition (freezing or melting) of the ice-sheet base might be detected using the pattern of the velocity changes. However, the seismic interferometry is a method based on the assumption that the cross-correlation of noise waveforms from two stations yields Green’s function between them, when averaged over a long period. However, it is suggested that this assumption sometimes fails due to inhomogeneous distribution of noise sources, etc.

This study first aims to investigate whether this assumption holds for the cross-correlation waveforms from GLISN stations using 3-D seismic waveform modeling. Furthermore, we estimate the seismic Q factors of the ice sheet which explains observations the best, by performing computations several times with different structural parameters.

The scheme we used for the 3-D modeling is “Quasi-Cartesian FDM” proposed by Takenaka et al. (2017). It numerically solves 3-D elastodynamic equation by the finite-difference method (FDM), taking into account the earth's curvature, topography, sea water layer, and 3-D structures of density, seismic wavespeeds, and attenuation. We used realistic ice sheet / basal rock topography data (ETOPO 1) and 3-D crustal / mantle structures (Crist 1.0). We used FX10 Supercomputer System in Univ. Tokyo (216 nodes, 432 processor, 8 threads).

The results are as follows:
(1) The cross-correlation waveforms obtained by the seismic interferometry show good agreement with synthetic Green’s functions for almost all the pairs, showing validity of the seismic interferometry on this region.
(2) Computations with various Q factors of the ice sheet revealed that (Qp, Qs) = (20, 20) explains the cross-correlation waveforms the best. This is the first example that the high attenuation characteristic of the ice sheet is confirmed for long propagation distance (>100 km).

References:
Takenaka, H. et al. (2017) EPS, 69, 67.
Toyokuni, G. et al. (2018) PEPI, 277, 81-98.

キーワード：Q値、グリーンランド氷床、3次元地震波伝播計算、差分法

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Keywords: Q factor, Greenland ice sheet, 3-D seismic waveform modeling, finite-difference method (FDM)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

CLCL: CAVELib Compatible Library for Head-mounted Displays

*川原 慎太郎[1]
*Shintaro Kawahara[1]

1. 海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Head-mounted displays (HMDs) are becoming a practical platform for three-dimensional scientific visualization. To reuse existing software assets that have been developed for CAVE-type VR systems (CAVEs), I developed a C++ library called "***CLCL*** (CAVELib Compatible Library)" for porting the application software for CAVEs to HMDs. CLCL emulates the function calls of CAVELib, which is a commercial library for developing application software executable on CAVEs, and it enables us to easily port CAVELib application software to HMDs with minor modifications to the original source code. Executable files built using CLCL are able to launch on major HMDs which are Oculus Rift, HTC VIVE and Windows Mixed Reality devices. Sharing the source code also leads to an improvement in the VR software development efficiency, which is executable on both CAVEs and HMDs.

キーワード：科学的可視化、バーチャルリアリティ、ソフトウェア開発
Keywords: Scientific visualization, Virtual reality, Software development

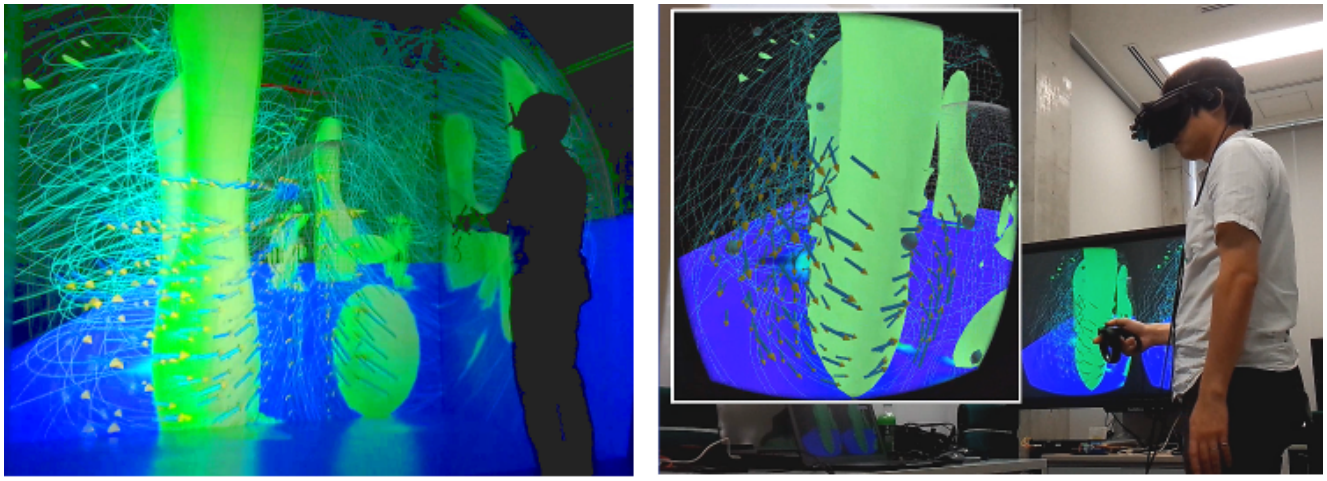


Fig.1 A CAVELib program executed on VR devices.
(Left: CAVE, Right: HMD)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

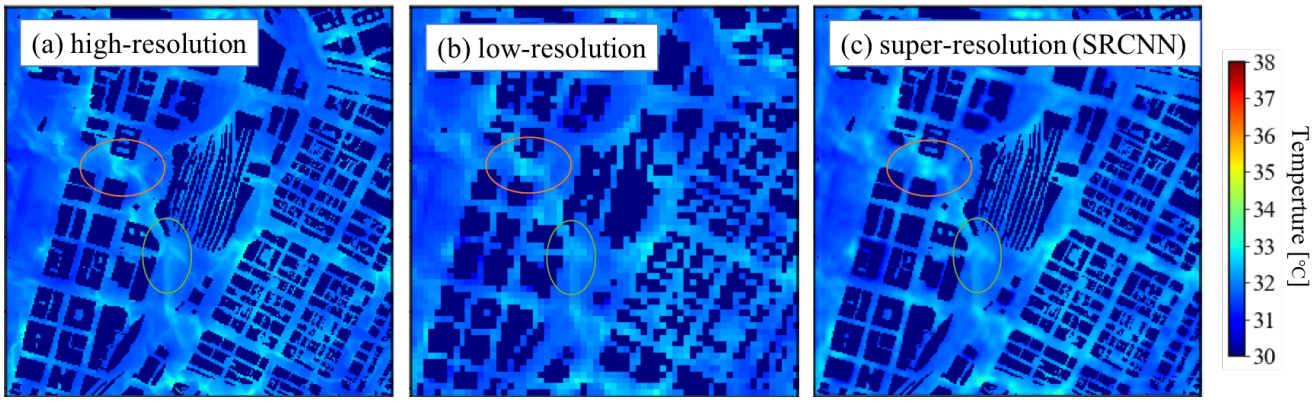
Super-Resolution Simulation for Real-Time Prediction of Urban Micrometeorology

*大西 領[1]、杉山 大祐[1]、松田 景吾[1]
*Ryo Onishi[1], DAISUKE SUGIYAMA[1], Keigo Matsuda[1]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

We propose a super-resolution (SR) simulation system that consists of a physics-based meteorological simulation and an SR method based on a deep convolutional neural network (CNN). The CNN is trained using pairs of high-resolution (HR) and low-resolution (LR) images created from meteorological simulation results for different resolutions so that it can map LR simulation images to HR ones. The proposed SR simulation system, which performs LR simulations, can provide HR prediction results in much shorter operating cycles than those required for corresponding HR simulation prediction system. We apply the SR simulation system to urban micrometeorology, which is strongly affected by buildings and human activity. Urban micrometeorology simulations that need to resolve urban buildings are computationally costly and thus cannot be used for operational real-time predictions even when run on supercomputers. We performed HR micrometeorology simulations on a supercomputer to obtain datasets for training the CNN in the SR method. It is shown that the proposed SR method can be used with a spatial scaling factor of 4 and that it outperforms conventional interpolation methods by a large margin. It is also shown that the proposed SR simulation system has the potential to be used for operational urban micrometeorology predictions.

キーワード：超解像、深層学習、建物解像都市計算、マルチスケールデータ同化、IoT
Keywords: super-resolution, deep learning, building-resolving urban micrometeorology, multi-scale data assimilation, IoT



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

人間活動による排熱を上手に放出し街の暑熱環境を改善する手法
Proposal of adaptation measures for the anthropogenic heat release to improve the summer heat environment in a district

*杉山 徹[1]、仝 瀟然[2]、吉田 聡[2]、佐土原 聡[2]
*Toru Sugiyama[1], Xiaoran Tong[2], Satoshi Yoshida[2], Satoru Sadohara[2]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構 地球情報基盤センター、2. 横浜国立大学　大学院都市イノベーション研究院
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology Center for Earth Information Science and Technology, 2. Yokohama National Univercity Institute of Urban Innovation

本研究では、ヒートアイランド現象改善など夏季の街中の暑熱環境の改善を産官学民で取り組むプロジェクトので得られた知見を報告する。本報告で対象とする街区は、横浜市みなとみらい２１地区（以下、ＭＭ２１地区）である。都市街区において、暑熱環境に影響を与える要因としては、その都市が沿岸部か内陸部に位置するかによる外部気象・気候条件、その都市内のグリーンインフラ面積などの土地被覆条件、さらには、建ぺい率などの建物配置条件、などが挙げられる。これからに加えて、人間活動によるエネルギー消費から生じる人工排熱が大気へ放出されることも、挙げられる。本研究では、後者の、人工排熱の放出に起因する街中、特に、歩行者空間における暑熱環境を数値シミュレーション手法を用いて解析した結果を報告する。来る気候変化時代において、快適な街区空間を造り出すために、人工排熱の放出手法として、以下の４つの場合を考案し、それぞれの特徴を報告する。

（１）現況：

ＭＭ２１地区では、現在、地域冷暖房システム（以下ＤＨＣ）が稼働している。これは、各ビルで消費されるエネルギー人工排熱を、２ヵ所のプラントに集め、集中的に排熱するシステムである。つまり、各建物からは人工排熱の放出がない。本ケースをコントロールケースとして扱う。

（２）個別排熱方式：

上記ＤＨＣシステムを取り入れず、各建屋から床面積に応じた排熱を行った場合。総排熱量は、コントロールケースと同じとする。

（３）エネルギー地産地消：

エネルギー地産地消を目指し、ＭＭ２１地区内に、地区で消費される電力の６０％を発電するコジェネレーション発電設備（ＣＧＳ）を設置した場合。ＤＨＣシステムからの排熱に加え、ＣＧＳからの排熱が加算されるため、街区内からの総排熱量が増加する。

（４）海水排熱併用：

ＤＨＣシステムからの排熱のうち冷却塔排熱分を大気ではなく海水と熱交換した場合。これにより、大気への潜熱放出が大幅に減る。

結果、大規模な排熱施設を設けた場合の（１）、（３）のケースにおいて、良い暑熱環境を生み、（２）のケースが、逆に温度上昇を生じさせることが分かった。特に、（１）より（３）において改善が見られ、エネルギー地産地消による排熱量の増加が、暑熱環境の劣悪化につながらないことが分かった。講演では、その詳細なメカニズムを報告する。

キーワード：暑熱熱環境、計算機シミュレーション、人工排熱、エネルギー地産地消、地球シミュレータ、ＭＳＳＧモデル
Keywords: Thermal environment, Numerical simulations, Anthropogenic heat, Energy local production for local consumption, Earth Simulator, MSSG model

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-AG 応用地球科学

2019年5月30日(木) 9:00 ~ 10:30 | 202 2F

[M-AG40] CTBT IMS Technologies for Detecting Nuclear Explosion and Their Applications to Earth Science

コンビーナ:Nurcan Meral　Ozel(Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization)、松本 浩幸(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、直井 洋介(国立研究開発法人日本原子力研究開発機構)、座長:Nurcan Meral Özel(Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization)、松本 浩幸(海洋研究開発機構)、鎌谷 紀子(東京大学地震研究所)

The Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization (CTBTO) was founded in 1996 in response to the adaption of the Treaty in 1996 by the United Nations General Assembly, which bans nuclear explosions on the Earth's surface, in the atmosphere, underwater and underground. The Treaty has a unique and comprehensive verification regime to make sure that no nuclear explosion goes undetected. The regime is supported by International Monitoring Systems (IMS) composed of the four state-of-art technologies; 1) Seismic, 2) Hydroacoustic, 3) Infrasound, and 4) Radionuclide, by the International Data Centre (IDC), and by the On-Site Inspections (OSI).
IMS will, when complete, consists of 337 facilities worldwide to monitor the planet for signs of nuclear explosion. Around 90 % of the facilities are in operation and sending the data to the IDC in Vienna, Austria.
The huge amount of data collected by the stations can be used for other purposes such as civil and scientific applications in addition to detecting nuclear explosions. They can provide Tsunami Warning centres with near real-time information about an underwater earthquake. During the Fukushima Daiichi Power Plant accident, in March 2011, the IMS network's radionuclide stations tracked the dispersion of radioactivity on a global scale. The data could also help better understand the oceans, volcanos, climate change, the movement of marine mammals, and many other issues.
This session will provide the overview of CTBTO and its IMS, the scientific discussion on each technology, and its outcomes. The session welcomes young scientists and engineers who are interested in four IMS technologies.

9:00 ~ 9:15

[MAG40-01] Japanese Contributions and Collaborations for IMS Technologies and the Verification Regime

*Nurcan Meral Ozel[1]、David Jepsen[1]、Naoko Nakashima[1]、Hideaki Komiyama[1]、Hiroyuki Matsumoto[1,2] (1.Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization (CTBTO)、2.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC))

9:15 ~ 9:30

[MAG40-02] 日本における地震波による核実験探知の研究

★招待講演

*鎌谷 紀子[1] (1.東京大学地震研究所)

9:30 ~ 9:45

[MAG40-03] Waveform Analysis on Induced Earthquakes after the 2017 Nuclear Test and Detected Mining Events in DPRK

*本橋 昌志[1]、藤井 孝成[1]、乙津 孝之[1] (1.一般財団法人日本気象協会)

9:45 ~ 10:00

[MAG40-04] Submarine volcanoes and where to find them: Harnessing IMS hydroacoustic data

★Invited Papers

*Dirk Metz[1] (1.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

10:00 ~ 10:15

[MAG40-05] CTBT検証技術における希ガス監視の重要性と高崎放射性核種監視観測所での観測結果

*山本 洋一[1]、木島 佑一[1]、冨田 豊[1] (1.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構)

10:15 ~ 10:30

[MAG40-06] 日本で検出された放射性キセノンに関するATM解析結果

*木島 佑一[1]、山本 洋一[1]、冨田 豊[1] (1.国立研究開発法人　日本原子力研究開発機構)

Japanese Contributions and Collaborations for IMS Technologies and the Verification Regime

*Nurcan Meral Ozel[1], David Jepsen[1], Naoko Nakashima[1], Hideaki Komiyama[1], Hiroyuki Matsumoto[1,2]

1. Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization (CTBTO), 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)

The CTBT verification regime is supported by the cooperation of member states who host monitoring stations and laboratories of the International Monitoring System (IMS) network. The proactive collaboration with state governments and research institutions hosting IMS facilities is crucial for improvement of the technologies for the verification regime.

Japan has contributed for many years in establishing and maintaining these facilities and in improving the verification technologies and regime, in a variety of aspects. Japan hosts stations for three of the technologies: seismic, infrasound and radionuclide. The technical contributions by Japan in projects for the improvement and enhancement of the radionuclide monitoring/detection capability are highlighted in this presentation.

In addition to the contributions through the operation of two IMS radionuclide monitoring stations in Japan, Okinawa, and Takasaki, two additional radionuclide measurement campaigns have been initiated at Horonobe and Mutsu, through financial support from the government of Japan (GoJ) in 2017. These campaigns started in early 2018, with the collaborations of Japan Atomic Energy Agency (JAEA). A new campaign in Fukuoka is being initiated, using another existing mobile system, aiming to configure a high dense measurement network for the evaluation and the calibration of the current noble gas system network of the IMS.

Another collaboration in the radionuclide sector is the air sampling for Ar-37 analysis and the new sampler testing at Takasaki station, in order to enhance the capability for On-site Inspection (OSI). Ar-37 is produced naturally by cosmic rays and exists in the atmosphere as background. Thus, it is also important to know its behavior in the environment. A 2-year sampling campaign was conducted at Takasaki in collaboration with JAEA in 2016-2018 utilizing their expertise.

The government of Japan (GoJ) has strongly supported to establish these collaborations, especially through voluntary contribution, in 2012, 2013 and 2017. They were used for enhancement of atmospheric transport modeling project, noble gas measurement campaign at Horonobe and Mutsu mentioned above, and sending Cost-free Experts (CFEs) of IMS HA Technology.

Keywords: Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty (CTBT), International Monitoring System (IMS)

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本における地震波による核実験探知の研究
Review: Researches on detection of nuclear tests by seismic waves in Japan

*鎌谷 紀子[1]
*Noriko Kamaya[1]

1. 東京大学地震研究所
1. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

1　はじめに

日本では、北朝鮮付近を震源とする、自然地震ではない可能性がある地震波を気象庁が観測した場合は、気象庁は即座に首相官邸に連絡するとともに記者会見を開き、その事象のパラメーターを発表する。そして、過去に行われた北朝鮮の地下核実験や自然地震の波形と比較した資料を提示して、S波が不明瞭であるなどの地震波形の特徴を根拠として「自然地震ではない可能性がある」との説明を行う。これらの記者会見の資料は、気象庁ホームページで公開される。しかし、核実験の探知は気象庁の本来の業務ではないため、公に発表される解析結果はここまでである。また、CTBTO（包括的核実験禁止条約機構）のデータをもとに核実験を監視する機能を担うNDC1（国内データ・センター１）である気象協会は、核実験が行われた際には地震波形の解析を行うが、監視業務の委託元である日本国際問題研究所ホームページで公表されるのは、「爆発事象の特徴を有する波形であるので、この事象は核爆発を含む人工的な爆発事象である」といったシンプルな報告のみであることが多い。核実験の探知は日本の安全保障上重要な事柄であり、日本の研究者が核実験探知技術を研究することは重要である。今回は、これまでに日本語の文献で公表された、日本における地震波による核実験探知の研究についてレビューする。

2　事象を記録していた時代

現在入手できる最も古い文献は、久保寺・岡野（1960）であると考えられる。久保寺らは、1958年6月及び7月に米国がビキニ環礁で行った水爆の実験で、微気圧振動が到達するのと同じ時刻に、長周期地震計にも周期９分～１分程度の長周期の波動が記録されていたことを報告しており、それは、気圧変動によって地震計の振り子部分に浮力変化が生じたからであろうとしている。また、気象庁観測部（1972）は、1971年11月7日（日本時間）に米国によってアリューシャン列島アムチトカ島で行われた、TNT火薬約５メガトン級と言われる最大級の地下核実験による地震波形の記録を、ほぼ全国の観測点分掲載している。

3　自然地震との識別に関する研究

核実験を自然地震から識別するための研究は、主に松代地震観測所における地震波形を用いてなされている。山岸・他（1973）は、地下核実験のP波のスペクトルは短周期の波が卓越していることを述べた。また、大規模な地下核実験であれば、Msとmbを比較すれば識別は可能、と結論づけた。関・他（1980）は、地下核実験でも規模が大きくなるとS波や表面波が観測されることを指摘した。涌井・柿下（1986）は、MbとMSの比を使う識別方法は、大規模な地下核実験にしか適用できないことを指摘した。鎌谷（1998）は、複雑度、スペクトル比、周波数３次モーメントを使って、松代地震観測所の短周期上下動成分で観測された米国ネバダ州と中国シンチャンを震源とする地震波形を解析し、Mb5.3以上のイベントでは地下核実験の複雑度は全て1.00より小さいことを示し、自然地震からの識別には複雑度が最も有効であると述べた。岡本・神定（2007）は、2006年10月9日の北朝鮮による地下核実験について、松代の他、IRISの牡丹江と仁川の地震波形も解析し、PnやPgは自然地震のものと比較して高周波数に卓越していること、P波輻射は爆破震源に見られ

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

る等方輻射パターンであること等を示した。また、小山（2007）は、同じ実験について、松代の短周期地震計波形を使用して複雑度とスペクトル比を求め、複雑度よりもスペクトル比の方が識別しやすいとした。

菊池（1997）は、1995年～1996年の中国とフランスによる核実験について、IRIS観測点の波形を用いてモーメントテンソルを求め、３つの主値の組み合わせが自然地震とは明らかに異なることや、核実験の震源としては中国は針状、フランスは円盤状のものが推定されることを示した。菊池は、震源の深さが数キロ未満で、かつ、Msとmbの差が大きい地震についてモーメントテンソルを求めることにより効率的に核実験の監視ができるであろうと述べた。

これらの他、石川・他（1988）、森脇・石川（2007）、石川（2007）は、松代地震観測所における地下核実験の観測能力等について調査を行っている。また、吉澤（2008）は、IRISと防災科学技術研究所のF-netの地震波形を用いて各相の震幅や見かけ速度を求め、日本海の地震学的構造を論じた。

４　今後に向けて

日本における地震波による核実験探知の研究は、最近10年間はあまり進展していない。今後は、CTBTOとも連携しながら、核実験の識別技術について世界の研究成果を学ぶ努力が必要である。また、世界の地震波形を解析することにより、地下核実験の識別技術を高める研究を日本でも継続的に進めていくことが重要である。

キーワード：核実験、核爆発、地震波、複雑度、スペクトル比、モーメントテンソル
Keywords: Nuclear Test, Nuclear Explosion, Seismic waves, Complexity, Spectral Ratio, Moment Tensor

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Waveform Analysis on Induced Earthquakes after the 2017 Nuclear Test and Detected Mining Events in DPRK

*本橋 昌志[1]、藤井 孝成[1]、乙津 孝之[1]
*Masashi Motohashi[1], Takanari Fujii[1], Takayuki Otsu[1]

1. 一般財団法人日本気象協会
1. Japan Weather Association

After the DPRK September 2017 nuclear test event, several earthquakes were occurred near the test site. The scale of these induced earthquake events was fairly very small, therefore there were a few CTBT IMS seismic stations (e.g. KSRS, USRK, KLR) which could detect earthquake signals. Japan NDC-1 (National Data Center-1) tried to locate and discriminate these events utilizing non-IMS data such as IRIS (Incorporated Research Institutions for Seismology).

Analyzing waveform data of these events, S-wave (Sn, Lg-Phase) amplitude of waveform at close stations is larger than that of P-wave (Pn, Pg-Phase) and the feature of these events is presumed to be natural earthquake rather than man-made explosion. Near the DPRK test site, there are two open-pit mines at Chung-gang city and Musan city which locates DPRK-China border. We also compared with past mining explosion event there and we discriminated events with the indexes such as regional P/S ratio, P/S Spectral Ratio.

It was quite difficult to make event discrimination using only IMS seismic waveform data. IMS seismic network is not designed for detecting small-scale nuclear test far less than 1kt. Therefore, local and non-IMS seismic network data could largely contribute to refine event location and event discrimination.

キーワード：Waveform Analysis、Event Discrimination、Nuclear Test、Induced Earthquake
Keywords: Waveform Analysis, Event Discrimination, Nuclear Test, Induced Earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Submarine volcanoes and where to find them: Harnessing IMS hydroacoustic data

*Dirk Metz[1]

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Low-frequency underwater sound waves are a key feature of the hydroacoustic waveform component of the International Monitoring System (IMS), a global sensor network maintained by the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization in an effort to detect clandestine nuclear explosions in the ocean, in the atmosphere, and underground. However, the potential of IMS data extends beyond test-ban monitoring, for instance, when studying sound phases generated by remote natural sources that otherwise would be difficult to detect, such as submarine earthquakes or volcanic eruptions. Here, we focus on IMS hydrophone recordings of Monowai, a volcanic center in the Kermadec Arc, and Ahyi volcano, located in the Northern Mariana Islands. Tripatite array data are processed using standard cross-correlation and time-difference-of-arrival techniques. Density-based clustering of arrivals at station H03, Juan Fernández Islands, reveals 82 discrete episodes of unrest at Monowai over the course of 3.5-years, making it one of the most active arc volcanoes currently known. IMS data suggests further volcanic activity at both known and unknown sites in the Tonga-Kermadec Arc region. Hydroacoustic recordings of the 2014 eruption at Ahyi show how data analysis can be advanced and streamlined, for example, to determine spectral parameters and acoustic energy release, which has implications for studying volcanic source processes and their respective impact on the ocean soundscape. IMS hydrophone arrays register volcanic seismicity as low as ~2.5 m_b even at megameter distances, thus exceeding the resolution of most regional, land-based networks by more than one order of magnitude. Detectability strongly depends on frequency, source depth, and ray path geometry, which is illustrated by 2D transmission loss modeling for a range of synthetic scenarios. The findings presented here highlight the capabilities of the IMS hydrophone network for remotely detecting and studying volcanic activity in the global ocean.

Keywords: CTBTO, IMS, Submarine volcanoes, Hydroacoustics

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

CTBT検証技術における希ガス監視の重要性と高崎放射性核種監視観測所での観測結果

Importance of noble gas monitoring in CTBT verification technology and observation results in Takasaki radionuclide monitoring station

*山本 洋一[1]、木島 佑一[1]、冨田 豊[1]
*Yoichi Yamamoto[1], Yuichi Kijima[1], Yutaka Tomita[1]

1. 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
1. Japan Atomic Energy Agency

CTBT検証において、放射性核種の監視は対象とする爆発事象が核実験であったかどうかを判断する唯一の手段である。地下核実験では、核爆発により生成された放射性核種の中でも希ガスは不活性で他の物質よりも地上に漏れ出てくる可能性が高いため、特に重要である。CTBTでは希ガスで監視対象としているのは4つの放射性キセノン同位体のみである。2006年10月の北朝鮮の一回目の核実験の後、希ガス観測装置が日本の高崎放射性核種監視観測所に設置され、2007年1月から放射性キセノンの観測を行っている。ここでは、高崎放射性核種監視観測所での放射性キセノンのこれまでの観測結果と放射性キセノンバックグラウンドの特徴について報告する。

キーワード：包括的核実験禁止条約、国際監視制度、希ガス、キセノン、高崎放射性核種監視観測所
Keywords: CTBT, international monitoring system, noble gas, xenon, Takasaki radionuclide monitoring station

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本で検出された放射性キセノンに関するATM解析結果
ATM analysis results on radioxenons detected in Japan

*木島 佑一[1]、山本 洋一[1]、冨田 豊[1]
*Yuichi Kijima[1], Yoichi Yamamoto[1], Yutaka Tomita[1]

1. 国立研究開発法人　日本原子力研究開発機構
1. Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構は、CTBT機関と共同して北海道幌延町及び青森県むつ市にそれぞれ移動型希ガス観測装置（TXL）を設置し、2018年から放射性キセノンの観測を行っている。これにより、現在日本ではCTBT高崎放射性核種監視観測所を加えた合計3つの観測点でCTBT検証のための放射性キセノンの観測を実施していることになる。これらの観測点で検出された放射性キセノンの放出源を調査するため、大気輸送モデル（ATM）による放出源推定解析を行った。ここでは3観測地点での放射性キセノンの観測結果及びATM解析結果について報告する。

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-AG 応用地球科学

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_25

[M-AG40] CTBT IMS Technologies for Detecting Nuclear Explosion and Their Applications to Earth Science

コンビーナ:Nurcan Meral　Ozel(Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization)、松本 浩幸(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、直井 洋介(国立研究開発法人日本原子力研究開発機構)

The Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization (CTBTO) was founded in 1996 in response to the adaption of the Treaty in 1996 by the United Nations General Assembly, which bans nuclear explosions on the Earth's surface, in the atmosphere, underwater and underground. The Treaty has a unique and comprehensive verification regime to make sure that no nuclear explosion goes undetected. The regime is supported by International Monitoring Systems (IMS) composed of the four state-of-art technologies; 1) Seismic, 2) Hydroacoustic, 3) Infrasound, and 4) Radionuclide, by the International Data Centre (IDC), and by the On-Site Inspections (OSI).
IMS will, when complete, consists of 337 facilities worldwide to monitor the planet for signs of nuclear explosion. Around 90 % of the facilities are in operation and sending the data to the IDC in Vienna, Austria.
The huge amount of data collected by the stations can be used for other purposes such as civil and scientific applications in addition to detecting nuclear explosions. They can provide Tsunami Warning centres with near real-time information about an underwater earthquake. During the Fukushima Daiichi Power Plant accident, in March 2011, the IMS network's radionuclide stations tracked the dispersion of radioactivity on a global scale. The data could also help better understand the oceans, volcanos, climate change, the movement of marine mammals, and many other issues.
This session will provide the overview of CTBTO and its IMS, the scientific discussion on each technology, and its outcomes. The session welcomes young scientists and engineers who are interested in four IMS technologies.

[MAG40-P01] Overview of the Japanese National Data Centre-1 (NDC-1)

*江村 亮平[1]、乙津 孝之[1]、坂本 豊実[1]、岩田 総司[1]、藤井 孝成[1]、野上 麻美[1]、岩國 真紀子[1]、本橋 昌志[1] (1.一般財団法人　日本気象協会)

[MAG40-P02] Challenging to utilize the infrasound technologies for civil and science application

*本橋 昌志[1]、新井 伸夫[2]、乙津 孝之[1]、野上 麻美[1]、岩國 真紀子[1]、江村 亮平[1] (1.一般財団法人日本気象協会、2.名古屋大学減災連携研究センター)

[MAG40-P03] CTBT IMS hydroacoustic signal detections from the Ioto volcanic island in the northwest Pacific Ocean

*Hiroyuki Matsumoto[1,2]、Mario Zampolli[1]、Georgios Haralabus[1]、Jerry Stanley[1]、James Mattila[1]、Nurcan Meral Ozel[1] (1.Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization (CTBTO)、2.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC))

[MAG40-P04] Installation of a floating hydrophone system within the SOFAR channel

*杉岡 裕子[1]、大林 政行[2] (1.神戸大学、2.海洋研究開発機構)

[MAG40-P05] 日本海溝海底地震津波観測網（S-net）によるナガスクジラの鳴音探知

*中村 武史[1]、岩瀬 良一[2] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[MAG40-P06] Implementation of integrated observation from seafloor through atmosphere – past, current, and future plans

*有吉 慶介[1]、永野 憲[1]、松本 浩幸[1]、ヌルジャン オゼル[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization)

Overview of the Japanese National Data Centre-1 (NDC-1)

*江村 亮平[1]、乙津 孝之[1]、坂本 豊実[1]、岩田 総司[1]、藤井 孝成[1]、野上 麻美[1]、岩國 真紀子[1]、本橋 昌志[1]
*RYOHEI EMURA[1], Takayuki Otsu[1], Toyomi Sakamoto[1], Soshi Iwata[1], Takanari Fujii[1], Mami Nogami[1], Makiko Iwakuni[1], Masashi Motohashi[1]

1. 一般財団法人　日本気象協会
1. Japan Weather Association

Japan Weather Association (JWA) is working as the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty (CTBT) National Data Centre-1 (NDC-1) of Japan which is in charge of analysis on waveform data, operation and maintenance of seismic and infrasound stations in Japan. There are two main roles of NDC-1: 1: technical adviser to the national authority (MOFA) from the view point of seismic and infrasound analysis, and 2: station operator of IMS stations (PS22, AS51-AS55 and IS30). And there are three main activities of NDC-1 as technical adviser: 1: if the suspicious event would occur, we would try to clarify its characteristics and report its results to the MOFA via the secretariat, 2: we sometimes do 1-week integrated operational exercise hosted by the secretariat on the assumption that the situation would be, and 3: we are paying efforts to improve our analytical capability of SHI data and explanation capability by using the national exercises.

This poster introduces the integrated operational exercise and the event discrimination analysis results of the 6th DPRK nuclear test as of the real analysis results in particular.

The integrated operational exercise is conducted by NDCs, integrating the data and analysis addressed by NDCs, and reporting to the CTBT National Operating System of Japan. These exercises have been implemented 27 times since 2009 and 30areas were selected for regions and countries. And our event discrimination analysis takes mainly three methods: 1: regional P/S ratio, 2: P/S spectral ratio and 3: mb: Ms.

キーワード：包括的核実験禁止条約、国内データセンター、地震動、微気圧振動、波形解析、事象識別解析
Keywords: CTBT, National Data Centre, seismic, infrasound, waveform analysis, event discrimination analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Challenging to utilize the infrasound technologies for civil and science application

*本橋 昌志[1]、新井 伸夫[2]、乙津 孝之[1]、野上 麻美[1]、岩國 真紀子[1]、江村 亮平[1]
*Masashi Motohashi[1], Nobuo Arai[2], Takayuki Otsu[1], Mami Nogami[1], Makiko Iwakuni[1], Ryohei Emura[1]

1. 一般財団法人日本気象協会、2. 名古屋大学減災連携研究センター
1. Japan Weather Association, 2. Disaster Mitigation Research Center, Nagoya Unicersity

Japan Weather Association (JWA) is working as the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty (CTBT) National Data Centre-1 (NDC-1) of Japan which is in charge of analysis on waveform data, operation and maintenance of infrasound and seismic stations in Japan.

We observed infrasonic signals two times from underground nuclear test in DPRK. From the perspective of nuclear test monitoring, it is important to analyze and study the infrasonic signals from a variety of natural phenomena to discriminate the signal from explosion. On the other hand, that kind of studies are also important for civil and science application of infrasound technologies. We also observed infrasound from large tsunami at the time of 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake. If the signals from such hazardous phenomena can be detected immediately, it will be very helpful to alert the occurrence of disaster or approach of hazardous phenomena.

This triggered us to build our own observation network in Japan. We are challenging to utilize the infrasound technologies for civil and science application as well as nuclear test monitoring.

キーワード：Barometer、Infrasound、CTBT
Keywords: Barometer, Infrasound, CTBT

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

CTBT IMS hydroacoustic signal detections from the Ioto volcanic island in the northwest Pacific Ocean

*Hiroyuki Matsumoto[1,2], Mario Zampolli[1], Georgios Haralabus[1], Jerry Stanley[1], James Mattila[1], Nurcan Meral Ozel[1]

1. Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization (CTBTO), 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)

In-situ observation in terms of seismicity suggested that the volcanic activity of Ioto (formerly Iwojima), a volcanic island offshore Japan in the northwest Pacific Ocean increased in early September in 2018. Discolored waters and a splash were confirmed in the nearshore by a local flyover observation. Although these visual signs evidenced a connection between undersea eruptions and recorded seismic activity, there still remained uncertainty as to what portion of the *in-situ* recorded seismic activity was associated with volcanic tremors vs. undersea eruptive events.
During the same period, a large number of underwater acoustic (hydroacoustic) signals were recorded by the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty’s (CTBT) International Monitoring System (IMS) hydroacoustic (HA) station HA11 Wake Island. A set of three hydrophone sensors forming a triplet makes it possible to compute the back-azimuth uniquely for wave packets with a good signal-to-noise ratio. We analyzed the data of the IMS hydrophone triplets during the month of September 2018 and compared them with *in-situ* seismic observations in Ioto for the same period.
The IMS hydrophone triplet data made it possible to discriminate the hydroacoustic signals associated with the Ioto volcanic activity. The direction-of-arrival (DOA) was estimated during the entire period of relatively high volcanic activity using cross-correlation analysis. The arrivals from Ioto at the IMS HA station and the *in-situ* observations showed good correlation. The present study suggests that two-thirds of the arrivals of hydroacoustec signals were associated with volcanic tremors and one-third with the undersea eruptions.

Keywords: Internataional Monitoring System (IMS), Hydrophone triplet, Ioto

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Installation of a floating hydrophone system within the SOFAR channel

*杉岡 裕子[1]、大林 政行[2]
*Hiroko Sugioka[1], Masayuki Obayashi[2]

1. 神戸大学、2. 海洋研究開発機構
1. Kobe University, 2. JAMSTEC

Unequal geographical data coverage continues to fundamentally limit the quality of tomographic reconstructions of seismic wave speeds in the interior of the Earth. Only at great cost can geophysicists overcome the difficulties of placing seismographs on the two thirds of the Earth’ s surface that is covered by oceans. The lack of spatial data coverage strongly hampers the determination of the structure of the Earth in the uncovered regions. Therefore, three-dimensional Earth models are marked by blank spots in areas where little or no information can be obtained. Improving this problem requires the observation of seismic waves in the oceans. Ocean bottom seismometers are capable of addressing the coverage gap, but they are expensive to manufacture and deploy using vessels.

Oceanographers had designed robotic floating instruments, floats that spend their lives at depth but surface periodically, using a pump and bladder, to make temperature and salinity profile measurements (the large-scale international Argo project). Such low-cost Sounding Oceanographic Lagrangian Observers (SOLO) (Davis et al., 2001) could be equipped with a hydrophone to record water pressure variations induced by compressional waves. Such a floating seismometer would surface upon detection of a useful seismic event, determine a GPS location, and transmit the waveforms to a satellite, which is nicknamed MERMAID for ‘mobile earthquake recorder in marine areas by independent divers’. The great promise of this technology has been demonstrated since the first voyage in 2003, clearly illustrates its contributions to global seismology.

We installed five MERMAID floats in the South Pacific Ocean in late December of 2018 to early January of 2019 during the MR18-06 Leg 1 cruise from Japan to Chile using the R/V Mirai of JAMSTEC under an international project of SPPIM (South Pacific Plume Imaging with MERMAIDs). The launching locations for MERMAIDs are (01-42.256N,146-12.472W), (03-19.696S, 139-31.973W), (15-55.626S, 120-07.688W), (18-31.285S, 114-57.378W) and (20-59.832S, 109-59.513W), respectively. All floats have been drifting to almost west since the deployment as recording to transfer the land at sea surface every 10 days. So far, MERMAID detected several seismic events, for example, the Mw 6.8 Brazil deep focus earthquake at depth of 575 km on January 5. MERMAID recorded a clear incoming P-wave whose precise arrival time can be determined to within a fraction of a second. In addition to recording teleseismic P-waves, they would pick up hydroacoustic phases (T-waves) trapped waves propagating in the SOFAR (Sound Fixing and Ranging) channel. They might be complementary to the global seismic network including CTBTO stations to recognize unknown enigmatic events.

キーワード：SOFARチャンネル、水中音波
Keywords: SOFAR channel, Hydroacoustic waves

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本海溝海底地震津波観測網（S-net）によるナガスクジラの鳴音探知
Fin whale signals observed at S-net seismic stations

*中村 武史[1]、岩瀬 良一[2]
*Takeshi Nakamura[1], Ryoichi Iwase[2]

1. 国立研究開発法人防災科学技術研究所、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

東北日本の水深100-7,830 mの深海底において、海底ケーブルを使ったリアルタイム地震・津波観測網S-net（日本海溝海底地震津波観測網）が防災科学技術研究所によって整備された。地震計および水圧計を各観測点に備えたS-netは、房総沖から釧路・青森沖まで展開され、計150点の観測点で構成されている（Kanazawa et al., 2016; Uehira et al. 2016; Mochizuki et al., 2016）。本研究では、S-netの地震計データからナガスクジラと思われる鳴音を多数検出し、回遊する海域や活動時期について調べたので報告する。

2016年4月以降のS-netの地震計（加速度計および速度計）のデータを解析したところ、15–25 Hz付近の周波数帯にピークを持つ特徴的なシグナルが多数見られた。シグナルとして識別できる帯域は非常に狭く、ピークを外れた10 Hz以下ではシグナルのレベルが非常に小さいもしくはノイズレベル以下となり、この帯域でシグナルが見られる地震波やTフェイズと異なる。また、観測されたシグナルは、1秒程度の継続時間を持ち、数10秒程度の一定間隔で繰り返し発生している。これらは、IMSのハイドロフォン観測点のデータ例や（例えば、Lawrence, 2004）、釧路・十勝沖システムのデータ解析に基づくIwase (2014)やSugioka et al. (2015)などの先行研究で既に示されているナガスクジラの鳴音シグナルの特徴と一致しており、S-netの地震計で記録されたシグナルは、先行研究と同様にナガスクジラの鳴音に伴うものであると考えられる。本研究による解析では、鳴音に伴うシグナルは、主に釧路・青森沖のS-net観測点で冬季に集中していることが分かった。また、海溝軸より沿岸側の観測点だけでなく、アウターライズ域に設置された観測点においても、鳴音に伴うシグナルを確認することができた。

広域に設置されたS-netの地震計データについて、海洋生物学から地球物理学の分野を横断した総合的な調査を行うことで、海域で捉えられる様々なシグナルの波源についての理解の進展、海洋生物の生態解明、活動のリアルタイム監視、監視による船舶の安全運航等に資する可能性がある。

キーワード：海底地震観測、S-net、ナガスクジラ
Keywords: seafloor observation, S-net, fin whale

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Implementation of integrated observation from seafloor through atmosphere –past, current, and future plans

*有吉 慶介[1]、永野 憲[1]、松本 浩幸[1]、ヌルジャン オゼル[2]
*Keisuke Ariyoshi[1], Akira Nagano[1], Hiroyuki Matsumoto[1], Nurcan Meral Ozel[2]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization

The authors have challenged to promote our understandings of global dynamics associated with ocean physics particularly by the simultaneous observation through the seafloor to the atmosphere. We have initiated the total station using both D/V ‘Chikyu’ and the seafloor observatory network ‘DONET’ in the Nankai trough. This total station has clarified the Kuroshio current variation in this region by using both the ambient pressure at DONET and the surface current measurement at D/V ‘Chikyu’. This observation performed at the point where D/V ‘Chikyu’ was in operation for a few months, and therefore there still remained some difficulties to extend to areal and long-term observation. Now, we try to extend our proposed total station to the nearshore network from the point of view of not only scientific application but also civil use for natural disaster mitigation such as earthquake, tsunami, and high-tide caused by storm. On the other hand, a global permanent observation network has been developed and operated by the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization (CTBTO) since the 2000s as the International Monitoring System (IMS) regime for the real-time monitoring of nuclear explosion’s test in the underground, underwater, and above surface up to the atmosphere. Four technologies with over 330 stations will cover the entire Earth after certification of all of stations. Three categories of geophysical observations of four technologies such as seismic (50 primary and 120 auxiliary stations), infrasound (60 stations), and hydro-acoustic (11 stations) network operated globally may be beneficial and of interest for our proposed integrated observations. In the presentation, we introduce the preliminary results on our integrated observation of total stations and our drawing blue print of future plans.

キーワード：地震観測、海底ケーブル式ネットワーク、防災対策
Keywords: seismic observation, seafloor cabled network, disaster mitigation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[E] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-AG 応用地球科学

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_45

[M-AG40] CTBT IMS Technologies for Detecting Nuclear Explosion and Their Applications to Earth Science

コンビーナ:Nurcan Meral　Ozel(Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization)、松本 浩幸(国立研究開発法人海洋研究開発機構)、直井 洋介(国立研究開発法人日本原子力研究開発機構)

The Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization (CTBTO) was founded in 1996 in response to the adaption of the Treaty in 1996 by the United Nations General Assembly, which bans nuclear explosions on the Earth's surface, in the atmosphere, underwater and underground. The Treaty has a unique and comprehensive verification regime to make sure that no nuclear explosion goes undetected. The regime is supported by International Monitoring Systems (IMS) composed of the four state-of-art technologies; 1) Seismic, 2) Hydroacoustic, 3) Infrasound, and 4) Radionuclide, by the International Data Centre (IDC), and by the On-Site Inspections (OSI).
IMS will, when complete, consists of 337 facilities worldwide to monitor the planet for signs of nuclear explosion. Around 90 % of the facilities are in operation and sending the data to the IDC in Vienna, Austria.
The huge amount of data collected by the stations can be used for other purposes such as civil and scientific applications in addition to detecting nuclear explosions. They can provide Tsunami Warning centres with near real-time information about an underwater earthquake. During the Fukushima Daiichi Power Plant accident, in March 2011, the IMS network's radionuclide stations tracked the dispersion of radioactivity on a global scale. The data could also help better understand the oceans, volcanos, climate change, the movement of marine mammals, and many other issues.
This session will provide the overview of CTBTO and its IMS, the scientific discussion on each technology, and its outcomes. The session welcomes young scientists and engineers who are interested in four IMS technologies.

[MAG40-P01] Overview of the Japanese National Data Centre-1 (NDC-1)

*江村 亮平[1]、乙津 孝之[1]、坂本 豊実[1]、岩田 総司[1]、藤井 孝成[1]、野上 麻美[1]、岩國 真紀子[1]、本橋 昌志[1] (1.一般財団法人　日本気象協会)

[MAG40-P02] Challenging to utilize the infrasound technologies for civil and science application

*本橋 昌志[1]、新井 伸夫[2]、乙津 孝之[1]、野上 麻美[1]、岩國 真紀子[1]、江村 亮平[1] (1.一般財団法人日本気象協会、2.名古屋大学減災連携研究センター)

[MAG40-P03] CTBT IMS hydroacoustic signal detections from the Ioto volcanic island in the northwest Pacific Ocean

*Hiroyuki Matsumoto[1,2]、Mario Zampolli[1]、Georgios Haralabus[1]、Jerry Stanley[1]、James Mattila[1]、Nurcan Meral Ozel[1] (1.Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization (CTBTO)、2.Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC))

[MAG40-P04] Installation of a floating hydrophone system within the SOFAR channel

*杉岡 裕子[1]、大林 政行[2] (1.神戸大学、2.海洋研究開発機構)

[MAG40-P05] 日本海溝海底地震津波観測網（S-net）によるナガスクジラの鳴音探知

*中村 武史[1]、岩瀬 良一[2] (1.国立研究開発法人防災科学技術研究所、2.国立研究開発法人海洋研究開発機構)

[MAG40-P06] Implementation of integrated observation from seafloor through atmosphere – past, current, and future plans

*有吉 慶介[1]、永野 憲[1]、松本 浩幸[1]、ヌルジャン オゼル[2] (1.国立研究開発法人海洋研究開発機構、2.Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization)

Overview of the Japanese National Data Centre-1 (NDC-1)

*江村 亮平[1]、乙津 孝之[1]、坂本 豊実[1]、岩田 総司[1]、藤井 孝成[1]、野上 麻美[1]、岩國 真紀子[1]、本橋 昌志[1]
*RYOHEI EMURA[1], Takayuki Otsu[1], Toyomi Sakamoto[1], Soshi Iwata[1], Takanari Fujii[1], Mami Nogami[1], Makiko Iwakuni[1], Masashi Motohashi[1]

1. 一般財団法人　日本気象協会
1. Japan Weather Association

Japan Weather Association (JWA) is working as the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty (CTBT) National Data Centre-1 (NDC-1) of Japan which is in charge of analysis on waveform data, operation and maintenance of seismic and infrasound stations in Japan. There are two main roles of NDC-1: 1: technical adviser to the national authority (MOFA) from the view point of seismic and infrasound analysis, and 2: station operator of IMS stations (PS22, AS51-AS55 and IS30). And there are three main activities of NDC-1 as technical adviser: 1: if the suspicious event would occur, we would try to clarify its characteristics and report its results to the MOFA via the secretariat, 2: we sometimes do 1-week integrated operational exercise hosted by the secretariat on the assumption that the situation would be, and 3: we are paying efforts to improve our analytical capability of SHI data and explanation capability by using the national exercises.

This poster introduces the integrated operational exercise and the event discrimination analysis results of the 6th DPRK nuclear test as of the real analysis results in particular.

The integrated operational exercise is conducted by NDCs, integrating the data and analysis addressed by NDCs, and reporting to the CTBT National Operating System of Japan. These exercises have been implemented 27 times since 2009 and 30areas were selected for regions and countries. And our event discrimination analysis takes mainly three methods: 1: regional P/S ratio, 2: P/S spectral ratio and 3: mb: Ms.

キーワード：包括的核実験禁止条約、国内データセンター、地震動、微気圧振動、波形解析、事象識別解析
Keywords: CTBT, National Data Centre, seismic, infrasound, waveform analysis, event discrimination analysis

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Challenging to utilize the infrasound technologies for civil and science application

*本橋 昌志[1]、新井 伸夫[2]、乙津 孝之[1]、野上 麻美[1]、岩國 真紀子[1]、江村 亮平[1]
*Masashi Motohashi[1], Nobuo Arai[2], Takayuki Otsu[1], Mami Nogami[1], Makiko Iwakuni[1], Ryohei Emura[1]

1. 一般財団法人日本気象協会、2. 名古屋大学減災連携研究センター
1. Japan Weather Association, 2. Disaster Mitigation Research Center, Nagoya Unicersity

Japan Weather Association (JWA) is working as the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty (CTBT) National Data Centre-1 (NDC-1) of Japan which is in charge of analysis on waveform data, operation and maintenance of infrasound and seismic stations in Japan.

We observed infrasonic signals two times from underground nuclear test in DPRK. From the perspective of nuclear test monitoring, it is important to analyze and study the infrasonic signals from a variety of natural phenomena to discriminate the signal from explosion. On the other hand, that kind of studies are also important for civil and science application of infrasound technologies. We also observed infrasound from large tsunami at the time of 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake. If the signals from such hazardous phenomena can be detected immediately, it will be very helpful to alert the occurrence of disaster or approach of hazardous phenomena.

This triggered us to build our own observation network in Japan. We are challenging to utilize the infrasound technologies for civil and science application as well as nuclear test monitoring.

キーワード：Barometer、Infrasound、CTBT
Keywords: Barometer, Infrasound, CTBT

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

CTBT IMS hydroacoustic signal detections from the Ioto volcanic island in the northwest Pacific Ocean

*Hiroyuki Matsumoto[1,2], Mario Zampolli[1], Georgios Haralabus[1], Jerry Stanley[1], James Mattila[1], Nurcan Meral Ozel[1]

1. Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization (CTBTO), 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)

In-situ observation in terms of seismicity suggested that the volcanic activity of Ioto (formerly Iwojima), a volcanic island offshore Japan in the northwest Pacific Ocean increased in early September in 2018. Discolored waters and a splash were confirmed in the nearshore by a local flyover observation. Although these visual signs evidenced a connection between undersea eruptions and recorded seismic activity, there still remained uncertainty as to what portion of the *in-situ* recorded seismic activity was associated with volcanic tremors vs. undersea eruptive events.
During the same period, a large number of underwater acoustic (hydroacoustic) signals were recorded by the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty’s (CTBT) International Monitoring System (IMS) hydroacoustic (HA) station HA11 Wake Island. A set of three hydrophone sensors forming a triplet makes it possible to compute the back-azimuth uniquely for wave packets with a good signal-to-noise ratio. We analyzed the data of the IMS hydrophone triplets during the month of September 2018 and compared them with *in-situ* seismic observations in Ioto for the same period.
The IMS hydrophone triplet data made it possible to discriminate the hydroacoustic signals associated with the Ioto volcanic activity. The direction-of-arrival (DOA) was estimated during the entire period of relatively high volcanic activity using cross-correlation analysis. The arrivals from Ioto at the IMS HA station and the *in-situ* observations showed good correlation. The present study suggests that two-thirds of the arrivals of hydroacoustec signals were associated with volcanic tremors and one-third with the undersea eruptions.

Keywords: Internataional Monitoring System (IMS), Hydrophone triplet, Ioto

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Installation of a floating hydrophone system within the SOFAR channel

*杉岡 裕子[1]、大林 政行[2]
*Hiroko Sugioka[1], Masayuki Obayashi[2]

1. 神戸大学、2. 海洋研究開発機構
1. Kobe University, 2. JAMSTEC

Unequal geographical data coverage continues to fundamentally limit the quality of tomographic reconstructions of seismic wave speeds in the interior of the Earth. Only at great cost can geophysicists overcome the difficulties of placing seismographs on the two thirds of the Earth’ s surface that is covered by oceans. The lack of spatial data coverage strongly hampers the determination of the structure of the Earth in the uncovered regions. Therefore, three-dimensional Earth models are marked by blank spots in areas where little or no information can be obtained. Improving this problem requires the observation of seismic waves in the oceans. Ocean bottom seismometers are capable of addressing the coverage gap, but they are expensive to manufacture and deploy using vessels.

Oceanographers had designed robotic floating instruments, floats that spend their lives at depth but surface periodically, using a pump and bladder, to make temperature and salinity profile measurements (the large-scale international Argo project). Such low-cost Sounding Oceanographic Lagrangian Observers (SOLO) (Davis et al., 2001) could be equipped with a hydrophone to record water pressure variations induced by compressional waves. Such a floating seismometer would surface upon detection of a useful seismic event, determine a GPS location, and transmit the waveforms to a satellite, which is nicknamed MERMAID for ‘mobile earthquake recorder in marine areas by independent divers’. The great promise of this technology has been demonstrated since the first voyage in 2003, clearly illustrates its contributions to global seismology.

We installed five MERMAID floats in the South Pacific Ocean in late December of 2018 to early January of 2019 during the MR18-06 Leg 1 cruise from Japan to Chile using the R/V Mirai of JAMSTEC under an international project of SPPIM (South Pacific Plume Imaging with MERMAIDs). The launching locations for MERMAIDs are (01-42.256N,146-12.472W), (03-19.696S, 139-31.973W), (15-55.626S, 120-07.688W), (18-31.285S, 114-57.378W) and (20-59.832S, 109-59.513W), respectively. All floats have been drifting to almost west since the deployment as recording to transfer the land at sea surface every 10 days. So far, MERMAID detected several seismic events, for example, the Mw 6.8 Brazil deep focus earthquake at depth of 575 km on January 5. MERMAID recorded a clear incoming P-wave whose precise arrival time can be determined to within a fraction of a second. In addition to recording teleseismic P-waves, they would pick up hydroacoustic phases (T-waves) trapped waves propagating in the SOFAR (Sound Fixing and Ranging) channel. They might be complementary to the global seismic network including CTBTO stations to recognize unknown enigmatic events.

キーワード：SOFARチャンネル、水中音波
Keywords: SOFAR channel, Hydroacoustic waves

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

日本海溝海底地震津波観測網（S-net）によるナガスクジラの鳴音探知
Fin whale signals observed at S-net seismic stations

*中村 武史[1]、岩瀬 良一[2]
*Takeshi Nakamura[1], Ryoichi Iwase[2]

1. 国立研究開発法人防災科学技術研究所、2. 国立研究開発法人海洋研究開発機構
1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

東北日本の水深100-7,830 mの深海底において、海底ケーブルを使ったリアルタイム地震・津波観測網S-net（日本海溝海底地震津波観測網）が防災科学技術研究所によって整備された。地震計および水圧計を各観測点に備えたS-netは、房総沖から釧路・青森沖まで展開され、計150点の観測点で構成されている（Kanazawa et al., 2016; Uehira et al. 2016; Mochizuki et al., 2016）。本研究では、S-netの地震計データからナガスクジラと思われる鳴音を多数検出し、回遊する海域や活動時期について調べたので報告する。

2016年4月以降のS-netの地震計（加速度計および速度計）のデータを解析したところ、15–25 Hz付近の周波数帯にピークを持つ特徴的なシグナルが多数見られた。シグナルとして識別できる帯域は非常に狭く、ピークを外れた10 Hz以下ではシグナルのレベルが非常に小さいもしくはノイズレベル以下となり、この帯域でシグナルが見られる地震波やTフェイズと異なる。また、観測されたシグナルは、1秒程度の継続時間を持ち、数10秒程度の一定間隔で繰り返し発生している。これらは、IMSのハイドロフォン観測点のデータ例や（例えば、Lawrence, 2004）、釧路・十勝沖システムのデータ解析に基づくIwase (2014)やSugioka et al. (2015)などの先行研究で既に示されているナガスクジラの鳴音シグナルの特徴と一致しており、S-netの地震計で記録されたシグナルは、先行研究と同様にナガスクジラの鳴音に伴うものであると考えられる。本研究による解析では、鳴音に伴うシグナルは、主に釧路・青森沖のS-net観測点で冬季に集中していることが分かった。また、海溝軸より沿岸側の観測点だけでなく、アウターライズ域に設置された観測点においても、鳴音に伴うシグナルを確認することができた。

広域に設置されたS-netの地震計データについて、海洋生物学から地球物理学の分野を横断した総合的な調査を行うことで、海域で捉えられる様々なシグナルの波源についての理解の進展、海洋生物の生態解明、活動のリアルタイム監視、監視による船舶の安全運航等に資する可能性がある。

キーワード：海底地震観測、S-net、ナガスクジラ
Keywords: seafloor observation, S-net, fin whale

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Implementation of integrated observation from seafloor through atmosphere –past, current, and future plans

*有吉 慶介[1]、永野 憲[1]、松本 浩幸[1]、ヌルジャン オゼル[2]
*Keisuke Ariyoshi[1], Akira Nagano[1], Hiroyuki Matsumoto[1], Nurcan Meral Ozel[2]

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構、2. Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization
1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2. Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization

The authors have challenged to promote our understandings of global dynamics associated with ocean physics particularly by the simultaneous observation through the seafloor to the atmosphere. We have initiated the total station using both D/V ‘Chikyu’ and the seafloor observatory network ‘DONET’ in the Nankai trough. This total station has clarified the Kuroshio current variation in this region by using both the ambient pressure at DONET and the surface current measurement at D/V ‘Chikyu’. This observation performed at the point where D/V ‘Chikyu’ was in operation for a few months, and therefore there still remained some difficulties to extend to areal and long-term observation. Now, we try to extend our proposed total station to the nearshore network from the point of view of not only scientific application but also civil use for natural disaster mitigation such as earthquake, tsunami, and high-tide caused by storm. On the other hand, a global permanent observation network has been developed and operated by the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization (CTBTO) since the 2000s as the International Monitoring System (IMS) regime for the real-time monitoring of nuclear explosion’s test in the underground, underwater, and above surface up to the atmosphere. Four technologies with over 330 stations will cover the entire Earth after certification of all of stations. Three categories of geophysical observations of four technologies such as seismic (50 primary and 120 auxiliary stations), infrasound (60 stations), and hydro-acoustic (11 stations) network operated globally may be beneficial and of interest for our proposed integrated observations. In the presentation, we introduce the preliminary results on our integrated observation of total stations and our drawing blue print of future plans.

キーワード：地震観測、海底ケーブル式ネットワーク、防災対策
Keywords: seismic observation, seafloor cabled network, disaster mitigation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] 口頭発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

2019年5月30日(木) 10:45 ~ 12:15 | 202 2F

[M-TT49] インフラサウンド及び関連波動が繋ぐ多圏融合地球物理学の新描像

コンビーナ:山本 真行(高知工科大学　システム工学群)、市原 美恵(東京大学地震研究所)、新井 伸夫(名古屋大学減災連携研究センター)、座長:山本 真行(高知工科大学)、齊藤 大晶(高知工科大学)

インフラサウンドおよび音波、大気重力波等の関連波動は、大気中を長距離ならびに上下伝搬できる波として近年着目されている。これら大気波動は、大気‐地表面・海水面カップリング過程を経て、地殻・海洋における弾性波的波動と繋がる一方、超高層大気までの各圏を繋ぎ熱圏大気中での波動現象を励起する役割も果たしている。さらに地球全域では、極域、中緯度、赤道域等の違いや、雪氷域、砂漠域、熱帯雨林、山岳域、海洋域等の状況に応じ地球表層で励起される波動は、それぞれ異なる特徴を有すだけでなく、これら波動は、火山噴火、津波、雷活動等の大規模地球物理現象や、人工的な爆発等により、イベント的にも励起され、遠方まで伝搬されうる。本セッションでは、インフラサウンド及びその関連波動を鍵に、下層・中層大気、気象、火山・地震・津波、雪氷、超高層大気・電離圏まで、多くの圏に分かれ議論されてきた物理学を繋ぎ、多圏融合的な地球物理学として議論することで、多圏に分かれ詳細に研究されてきた惑星地球の描像に新たな視点を持ち込み、地球物理学の新展開を拓くきかけを作りたい。既存セッションに収まらなかった広範な分野からの投稿を期待したい。

10:45 ~ 11:00

[MTT49-01] 海洋-大気系におけるインフラサウンド波の２段階増幅機構

★招待講演

*品川 裕之[1] (1.国立研究開発法人情報通信研究機構)

11:00 ~ 11:15

[MTT49-02] Propagation of infrasound generated by an explosive eruption of Mt. Shinmoedake on 10 March 2018

*齊藤 大晶[1]、山本 哲生[2]、山本 真行[1] (1.高知工科大学 システム工学群、2.北海道大学)

11:15 ~ 11:30

[MTT49-03] Infrasound observations of atmospheric disturbances due to a sequence of 2018 explosive volcano eruptions in Japan.

*Mario Batubara[1]、Masa-yuki Yamamoto[1]、Saito Hiroaki[1] (1.Kochi University of Technology)

11:30 ~ 11:45

[MTT49-04] 建物内に設置された微気圧計と地震計で同時観測された地震波形についてPart2

*岩國 真紀子[1]、新井 伸夫[2]、乙津 孝之[1]、本橋 昌志[1]、坂本 豊実[1]、藤井 孝成[1]、江村 亮平[1]、野上 麻美[1]、村山 貴彦[1]、大井 拓磨[3] (1.一般財団法人　日本気象協会、2.名古屋大学減災連携研究センター、3.東邦マーカンタイル株式会社)

11:45 ~ 12:00

[MTT49-05] HFドップラーにより観測された台風・竜巻に伴う電離圏変動

★招待講演

*中田 裕之[1]、益子 竜一[1]、大矢 浩代[1]、鷹野 敏明[1]、細川 敬祐[2]、冨澤 一郎[3]、長尾 大道[4] (1.千葉大学大学院融合理工学府、2.電気通信大学大学院情報理工学研究科、3.電気通信大学宇宙・電磁環境研究センター、4.東京大学地震研究所)

12:00 ~ 12:15

[MTT49-06] Two-year infrasound monitoring by using a prefectural-level sensor network in Kochi

*山本 真行[1] (1.高知工科大学　システム工学群)

海洋-大気系におけるインフラサウンド波の２段階増幅機構
A two-step amplification mechanism of infrasound waves in the ocean-atmosphere system

*品川 裕之[1]
*Hiroyuki Shinagawa[1]

1. 国立研究開発法人情報通信研究機構
1. National Institute of Information and Communications Technology

地震動に伴って大気中に音波（インフラサウンド波）が励起されて上方に伝搬する過程で、その振幅が増大することは良く知られている。その増幅率は周期にもよるが、熱圏で凡そ10^4～10^5倍程度と見積もられている [Shinagawa et al., 2013; Maruyama and Shinagawa, 2014]。一方、海洋では周期10秒程度以下の地震動に対しては海水の圧縮性が効いてきて、海底の震動によって急激な圧力変動が生じると音波として伝搬するため、震動周期によっては鉛直方向の共鳴現象が生じ、大きな海面変動が発生する可能性がある。これまでの理論的研究では、水深数1000メートルの海洋では、音波共鳴による海面振動の大きさは最大で海底での振幅の100倍程度と見積もられている [Williams and Guo, 1991; 泉宮他, 1996]。このことは、海洋での共鳴で増幅された海面振動が大気中の音波となって大気圏を伝搬して行く過程で、熱圏領域では10^6～10^7倍程度にも増幅されることを示唆している。すなわち、海底でマイクロメートル程度の振幅の微震動でも超高層大気に入るとメートルオーダー以上の鉛直振動となり、電離圏構造に何らかの変動を及ぼし得る可能性がある。本発表では、海洋の共鳴震動の音波が熱圏・電離圏にどのような影響を及ぼすかを考察し、その結果を報告する。

参考文献

(1) Shinagawa, H., T. Tsugawa, M. Matsumura, T. Iyemori, A. Saito, T. Maruyama, H. Jin, M. Nishioka, and Y. Otsuka, A simulation study of ionospheric variations in the vicinity of the epicenter of the Tohoku-oki earthquake on 11 March 2011, Geophys. Res. Lett., 40, 5009–5013, doi:10.1002/2013GL057627, 2013.

(2) Maruyama, T., and H. Shinagawa, Infrasonic sounds excited by seismic waves of the 2011 Tohoku-oki earthquake as visualized in ionograms, J. Geophys. Res. Space Physics, 119, doi:10.1002/2013JA019707, 2014.

(3) 泉宮尊司, 阿部宏之, 海水の圧縮性と鉛直共鳴による海面変動の増幅メカニズム, 海岸工学論文集, 43, 421-425, 1996.

(4) Williams, J. E., and Guo, Y. P., Standing waves on a compressible ocean, in "Mathematical Approach in Hydrodynamics" edited by Touvia Miloh, 128-138, 1991.

キーワード：音波、海洋-大気系、増幅、共鳴、電離圏変動
Keywords: acoustic waves, ocean-atmosphere system, amplification, resonance, ionospheric variation

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Propagation of infrasound generated by an explosive eruption of Mt. Shinmoedake on 10 March 2018

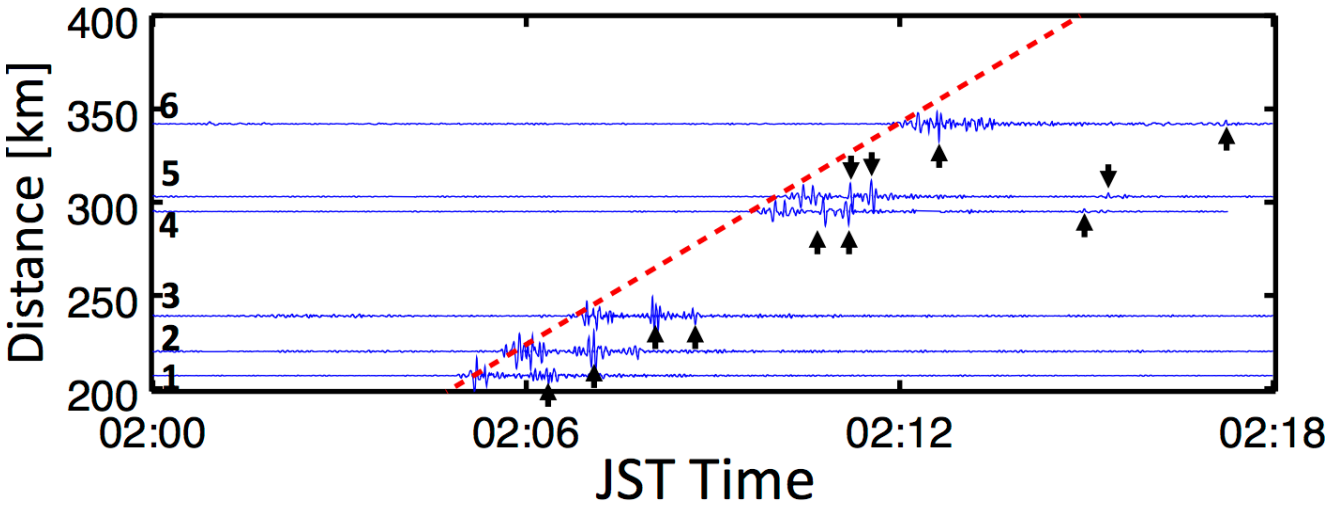
*齊藤 大晶[1]、山本 哲生[2]、山本 真行[1]
*Hiroaki Saito[1], Tetsuo Yamamoto[2], Masa-yuki Yamamoto[1]

1. 高知工科大学 システム工学群、2. 北海道大学
1. School of Systems Engineering, Kochi University of Technology, 2. Hokkaido University

Mt. Shinmoedake is a part of the Mt. Kirishima cluster of volcanoes in Kyushu Island, Japan. It is located at 31.54 N, 130.53 E and its elevation is 1412 m. Explosive eruptions were observed more than 40 times in March 2018. In these events, air vibrations stronger than 100 Pa were observed several times at an air vibration sensor installed by Japan Meteorological Agency at the site within ~3 km from Mt. Shinmoedake. We focus on the explosive eruption at 1:54 (JST) on 10 March 2018. This event is the most significant air vibration (~272 Pa) observed on 10 March 2018. The infrasound sensors in Shikoku Island deployed by Kochi University of Technology detected the infrasound signals from Mt. Shinmoedake. We detected major signals three times at each of the sites 1 to 3, and four times at each of the sites 4 to 6.

We developed a new formulation for three-dimensional wave propagation in a stratified atmosphere and apply it to the analysis of the detected signals. The present formulation is based on the dispersion relation of the wave, which corresponds to Hamiltonian in particle mechanics, and Hamilton equations describing time variations of group velocity of the wave and wavevector. We adopt the dispersion relation $\omega = c_s k + \boldsymbol{u} \cdot \boldsymbol{k}$, where ω is angular frequency of the wave, c_s is sound speed, $\boldsymbol{k}$ is the wavevector, and $\boldsymbol{u}$ is wind velocity. Using the vertical temperature profiles provided by NRL-MSISE00(Picone et al., 2002) and the zonal and meridional wind profiles by HWM14 (Drob et al., 2015), we made ray tracing of the waves emitted at the explosive eruption observed on 10 March 2018. We show results of the ray tracing calculations and compare them with the signals detected by our infrasound sensors deployed in Shikoku Island(see the figure). Discussion is given on the origin and nature of the observed signals.

キーワード：インフラサウンド、レイトレーシング、火山噴火
Keywords: infrasound, ray tracing, volcanic eruption



©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Infrasound observations of atmospheric disturbances due to a sequence of 2018 explosive volcano eruptions in Japan.

*Mario Batubara[1], Masa-yuki Yamamoto[1], Saito Hiroaki[1]

1. Kochi University of Technology

In this opportunity, we describe our quantitaive approach for investigating the potential atmospheric effects caused by a sequence of Japanese volcano eruptions in 2018. We used data from a number of infrasound sensors located on Shikoku Island, Japan, to detect the long wave traveling air disturbances likely to have been caused by the explosive eruptions of the volcano. We then identified certain characteristic signatures of the disturbances in individual infrasound pressure records. Based on their arrival times, we have found that the overall propagation speed of the disturbances is in the range of standard sound propagation in the atmospheric boundary layer.

Keywords: Infrasound, propagation speed, irregular array processing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

建物内に設置された微気圧計と地震計で同時観測された地震波形について Part2

Comparison of seismic waveforms observed by co-located seismometer and barometer installed indoors 2nd report

*岩國 真紀子[1]、新井 伸夫[2]、乙津 孝之[1]、本橋 昌志[1]、坂本 豊実[1]、藤井 孝成[1]、江村 亮平[1]、野上 麻美[1]、村山 貴彦[1]、大井 拓磨[3]
*Makiko Iwakuni[1], Nobuo Arai[2], Takayuki Otsu[1], Masashi Motohashi[1], Toyomi Sakamoto[1], Takanari Fujii[1], Ryohei Emura[1], Mami Nogami[1], Takahiko Murayama[1], Takuma Oi[3]

1. 一般財団法人　日本気象協会、2. 名古屋大学減災連携研究センター、3. 東邦マーカンタイル株式会社
1. Japan Weather Association, 2. Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University, 3. Toho Mercantile co., Ltd.

Surface vertical vibration due to earthquake is considered to excite sound, and it has been observed by barometer or microphone. Recorded pressure change response to seismic ground motion is considered to be due to difference of gravitational pressure observed by barograph moving up and down, air vibration (compressional wave) excited by earthquake ground motion around barograph, and internal mechanical response to acceleration by earthquake.

We started observation with co-located seismometer and barometer in Isumi, Chiba-prefecture (I30JP in The IMS Infrasound Network of CTBTO). This time one of barometer's port is close. A magnitude 4.5 earthquake occurred off south of Chiba-prefecture at a depth 44km. The seismic intensity scale in Isumi was 2. The port open barometer recorded pressure change due to the earthquake. Whereas, the port close barometer did not record pressure change due to the earthquake. It seems that the gravitational pressure change and barometer's internal mechanical response is very little at the seismic intensity 2 earthquake.

キーワード：微気圧計、地震計、地震による微気圧計の機械応答
Keywords: Barometer, Seismometer, Barometer's Internal Mechanical Response by Earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

HFドップラーにより観測された台風・竜巻に伴う電離圏変動
Ionospheric disturbances associated with typhoons and a tornado observed by HF doppler sounding

*中田 裕之[1]、益子 竜一[1]、大矢 浩代[1]、鷹野 敏明[1]、細川 敬祐[2]、冨澤 一郎[3]、長尾 大道[4]
*Hiroyuki Nakata[1], Ryuichi Mashiko[1], Hiroyo Ohya[1], Toshiaki Takano[1], Keisuke Hosokawa[2], Ichiro Tomizawa[3], Hiromichi Nagao[4]

1. 千葉大学大学院融合理工学府、2. 電気通信大学大学院情報理工学研究科、3. 電気通信大学宇宙・電磁環境研究センター、4. 東京大学地震研究所
1. Graduate School of Science and Engineering, Chiba University, 2. Graduate School of Communication Engineering and Informatics, the University of Electro-Communications, 3. Center for Space Science and Radio Engineering, the University of Electro-Communications, 4. Earthquake Research Institute, the University of Tokyo.

It is reported that ionospheric disturbances are excited in association with natural hazards, such as earthquakes, volcanic eruptions, because the atmospheric waves generated by these natural hazards propagate upward to the ionosphere. Although the extreme weather events, such as typhoons and tornados, also excite the strong atmospheric waves, the ionospheric disturbances associated with these extreme events are not fully examined. In this study, therefore, we have examined ionospheric disturbances associated with typhoons and a tornado using HF doppler sounding system (HFD) and wind data observed by AMeDAS data provided by Japan Meteorological Agency.
We have examined the ionospheric disturbance associated with a tornado occurred on May 5, 2012 which is the largest event in Japan. The fluctuations of Doppler shifts were observed and the spectral intensities at the frequencies of 5-20 mHz were enhanced. However, the ionospheric fluctuations continued after the disappearance of the tornado. The enhancement of the doppler shift had a good correlation with a wind speed below the ground of the reflection point.
The ionospheric disturbances associated with typhoons were also correlated with the wind speed on the ground. Examining typhoons that come closer to Japan in 2013-2017, it is found that spectral intensities of the disturbances of HFD data at the frequencies from 5 mHz to 45 mHz were enhanced. The frequencies of the atmospheric disturbances observed on the ground were also the same as those of HFD disturbances. The spectral intensities of HFD and atmospheric disturbances are proportional to each other and the correlation coefficient between them is larger for higher-frequency disturbance.
From these results, the ground weather condition, especially wind data, is very important to examine the mechanism of the ionospheric disturbances associated with these extreme weather events.

キーワード：電離圏変動、台風、竜巻、インフラサウンド、中性風
Keywords: ionospheric disturbance, typhoon, tornade, infrasound wave, neutral wind

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

Two-year infrasound monitoring by using a prefectural-level sensor network in Kochi

*山本 真行[1]
*Masa-yuki Yamamoto[1]

1. 高知工科大学　システム工学群
1. Department of systems engineering, Kochi University of Technology

Infrasound, known as pressure waves in atmosphere with its frequency lower than the human audible limit of 20 Hz, can be used as one of the useful remote-sensing methods for atmospheric phenomena especially for large geophysical events such as tsunami, volcanic eruptions, typhoons, etc. In order to construct a dense sensor network in a model region for testing such capabilities and confirming noise level at each site on ground, an infrasound observation network has been installed in Kochi prefecture since 2016, taking account mainly for tsunami disasters. As for the pilot arrangement, we installed 5 sensors in Kuroshio Town in west part of Kochi pref. with a separation of about 2 and 8 km, making two-sized triangle arrays there. Then in 2017, 10 more sensors were added on wider area in whole of prefecture, constructing 25 km scale arrayed deployment in 2 cape areas of Muroto and Ashizuri.
During two years since the sensor network establishment, we have been tested the capability of remote-sensing by using as much as the observed datasets with comparing with the other observations of weather, seismic, optical measurements operated by the other research institutes/agencies.
Tsunami is one of the most dangerous geophysical phenomena for human life and the Japanese originated word of TSUNAMI shows Japan is one of the most dangerous regions for tsunami disasters in the world. Kochi prefecture is located in Shikoku island along its southern coast, namely, in Kochi pref., we have many dangerous sites of tsunami invasion once a huge earthquake happens in Nankai Trough in the pacific ocean. However, in normal situation, no such signals can be detected when we can live there safely from tsunami. We do not need such disaster anymore, but without having phenomena, we cannot check the disaster-mitigation performance in reality.
Thus, we have to investigate the capability of infrasound sensing by using the other geophysical/artificial phenomena such as typhoons, volcanic eruptions, thunders, fireballs (large meteors), and rocket launches. As it is one of the densest infrasound observation networks in prefecture-level area in a nation, we need another analyzing method than that applied for usual arrayed infrasound sensors. Therefore, we tried to develop some methods for getting information from the infrasound datasets, to be useful for future alert system for disaster mitigation.
Recently, multiple typhoon passages, multiple eruption signals from a few volcanoes in Kyushu area, and a bright fireball seen over shikoku island on Jan. 3, 2019 were successfully detected by multiple sensors. In this talk, we will introduce the sensor network in Kochi as a model case and the obtained datasets in consideration of geophysical phenomena.

キーワード：インフラサウンド、センサーネットワーク、遠隔観測
Keywords: Infrasound, Sensor network, Remote sensing

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

2019年5月30日(木) 15:30 ~ 17:00 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_26

[M-TT49] インフラサウンド及び関連波動が繋ぐ多圏融合地球物理学の新描像

コンビーナ:山本 真行(高知工科大学　システム工学群)、市原 美恵(東京大学地震研究所)、新井 伸夫(名古屋大学減災連携研究センター)

インフラサウンドおよび音波、大気重力波等の関連波動は、大気中を長距離ならびに上下伝搬できる波として近年着目されている。これら大気波動は、大気‐地表面・海水面カップリング過程を経て、地殻・海洋における弾性波的波動と繋がる一方、超高層大気までの各圏を繋ぎ熱圏大気中での波動現象を励起する役割も果たしている。さらに地球全域では、極域、中緯度、赤道域等の違いや、雪氷域、砂漠域、熱帯雨林、山岳域、海洋域等の状況に応じ地球表層で励起される波動は、それぞれ異なる特徴を有すだけでなく、これら波動は、火山噴火、津波、雷活動等の大規模地球物理現象や、人工的な爆発等により、イベント的にも励起され、遠方まで伝搬されうる。本セッションでは、インフラサウンド及びその関連波動を鍵に、下層・中層大気、気象、火山・地震・津波、雪氷、超高層大気・電離圏まで、多くの圏に分かれ議論されてきた物理学を繋ぎ、多圏融合的な地球物理学として議論することで、多圏に分かれ詳細に研究されてきた惑星地球の描像に新たな視点を持ち込み、地球物理学の新展開を拓くきかけを作りたい。既存セッションに収まらなかった広範な分野からの投稿を期待したい。

[MTT49-P01] 2018/12/22アナク・クラカタウの活動についてCTBT微気圧振動監視施設(I06AU)で観測された微気圧振動波形

*岩國 真紀子[1]、新井 伸夫[2]、乙津 孝之[1]、本橋 昌志[1]、藤井 孝成[1]、野上 麻美[1]、村山 貴彦[1]、大井 拓磨[3] (1.一般財団法人　日本気象協会、2.名古屋大学減災連携研究センター、3.東邦マーカンタイル株式会社)

[MTT49-P02] 『平成30年北海道胆振東部地震』によって発生したインフラサウンドを検知した2点のCTBTO観測点から推測される発生場所の特定化の試み

*野上 麻美[1]、乙津 孝之[1]、村山 貴彦[1]、本橋 昌志[1]、岩國 真紀子[1] (1.一般財団法人　日本気象協会)

[MTT49-P03] 大気中での爆風圧の定量評価及び低周波音/可聴音伝搬特性の直接計測

*安河内 祐輔[1]、山本 真行[1]、齊藤 大晶[1] (1.高知工科大学大学院)

[MTT49-P04] 極域における超低周波音とオーロラ活動との関係性の事例調査

*大畑 遥[1]、山本 真行[1] (1.高知県公立大学法人高知工科大学)

[MTT49-P05] 複数種類インフラサウンドセンサを用いた同時観測のためのデータ運用基盤の開発

*井上 祐一郎[1]、山本 真行[1] (1.高知県公立大学法人高知工科大学)

2018/12/22アナク・クラカタウの活動についてCTBT微気圧振動監視施設(I06AU)で観測された微気圧振動波形
Infrasound signals in Cocos Islands (I06AU) associated with eruption or volcanic body collapse of the Anak Krakatau Volcano or tsunami

*岩國 真紀子[1]、新井 伸夫[2]、乙津 孝之[1]、本橋 昌志[1]、藤井 孝成[1]、野上 麻美[1]、村山 貴彦[1]、大井 拓磨[3]
*Makiko Iwakuni[1], Nobuo Arai[2], Takayuki Otsu[1], Masashi Motohashi[1], Takanari Fujii[1], Mami Nogami[1], Takahiko Murayama[1], Takuma Oi[3]

1. 一般財団法人　日本気象協会、2. 名古屋大学減災連携研究センター、3. 東邦マーカンタイル株式会社
1. Japan Weather Association, 2. Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University, 3. Toho Mercantile co., Ltd.

Severe tsunami occurred on December 22, 2018, and it was clarified by SAR analysis of GSI (Geospatial Information Authority of Japan) or visual observation by PVMBG (Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Indonesia) that southwest area of The Anak Krakatau collapsed. The infrasound array of the Cocos Islands (CTBTO IMS Infrasound Network: I06AU) locate about 1160 km southwest of The Anak Krakatau Volcano. Travel time of infrasound waves is estimated approximately 58 minutes. I06AU started to detect infrasound signals which came from the direction of The Anak Krakatau Volcano and recorded some remarkable infrasound wave-trains at 15:01:20-15:02:00UTC.

キーワード：微気圧振動波形、火山
Keywords: Infrasound, Volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

『平成30年北海道胆振東部地震』によって発生したインフラサウンドを検知した2点のCTBTO観測点から推測される発生場所の特定化の試み
A try of origin identification estimated from 2 CTBTO stations detected infrasound signals excited by “The 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake”

*野上 麻美[1]、乙津 孝之[1]、村山 貴彦[1]、本橋 昌志[1]、岩國 真紀子[1]
*Mami Nogami[1], Takayuki Otsu[1], Takahiko Murayama[1], Masashi Motohashi[1], Makiko Iwakuni[1]

1. 一般財団法人　日本気象協会
1. Japan Weather Association

2018年9月6日午前3時7分(日本時間)、震度7を記録する大地震が北海道胆振東部で発生した。北海道全土で大きな揺れを観測し、震源近傍では山岳地帯で大規模な土砂崩れが起こった。

この地震によって地震波の振幅が大きかった地域からインフラサウンドが発生し、CTBTOの観測点であるI45RUとI30JPにおいて紡錘形の波群が検知された。いずれも波群の継続時間は15分から20分間と長く、アレイ解析によって解析された到来方向は一定ではなかった。

I45RUとI30JPにおいて検知されたシグナルの到来方向は大局的には震源方向を指しているが、短い時間間隔での到来方向は一定ではなく、ばらつきが見られる。解析の誤差も考慮しつつ、このばらつきは、地震波が伝播していく中で、北海道の各地域を大きく揺さぶって励起したインフラサウンドそれぞれを示しているのではないかと思われる。よってこの2点による到来方向を使った交点探査法での音源特定を試みた。

キーワード：インフラサウンド、音源特定、地震
Keywords: Infrasound, Origin identification, Earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大気中での爆風圧の定量評価及び低周波音/可聴音伝搬特性の直接計測
Quantitative evaluation of blast pressure in the atmosphere and direct measurement of infrasonic/acoustic wave propagation characteristics

*安河内 祐輔[1]、山本 真行[1]、齊藤 大晶[1]
*Yusuke Yasukochi[1], Masa-yuki Yamamoto[1], Hiroaki Saito[1]

1. 高知工科大学大学院
1. Kochi University of Technology

宇宙産業は各国の国家戦略として成長してきた。近年では、主に欧米の民間企業がロケット産業へ進出する際に国として支援することで宇宙産業は急速な成長を遂げている。
しかし、未だに地球近傍の宇宙空間の環境には謎が多く、例えば音波による振動が超高層大気を揺らし衛星運用などに影響を及ぼすことがある。このため、地球超高層大気の研究はますます重要になっている。本研究では音波伝搬特性を求めるとともに、音波伝搬路の大気モデルとの比較、検証を行う。また、ロケットの安全対策は必須であり民間ロケットでも重要な課題である。ロケットの爆発は、発生元の装置だけでなく、破片の飛散と爆風による破壊により周辺に影響や被害を及ぼす。

地上に設置した音波センサーの値からは、爆発によるエネルギーを算出し、爆心からの距離に対する爆風の影響を評価できる。予定外のロケットの爆発により得られたデータを用いて爆風の音波伝搬路を検証し、数値解析を用いて爆風の減衰計算を行い、爆風伝搬を求めることを目的とする。

MOMO3ロケット実験が2019年に行われる予定であり、成功裏に行われれば花火打ち揚げやロケット打ち上げ時の可聴音およびインフラサウンドを音源とし、地上観測とロケット搭載機器による直接計測データとの比較から中層～超高層大気における音波伝搬特性を求めるとともに、音波伝搬路の大気モデルとの比較、検証を行う。

北海道大樹町で行われたMOMO2ロケット実験のために複数のセンサーを地上多地点に設置した。地上観測に用いたセンサーはNano logger、SAYA製インフラサウンドセンサーおよびコンデンサマイク、ICレコーダ、カメラであり、射点を囲むように50 mから4 kmの範囲の計9地点に配置した。ロケット搭載用コンデンサマイクの同型品も600 m地点に設置した。図に各観測地点の位置関係を示す。

インタステラテクノロジズ(IST)2018年6月30日5時30分にMOMO2ロケットを打ち上げたがエンジントラブルにより推力を維持できず墜落し、打ち上げ実験は失敗した。ロケット側の理由により本来の目的は達成できなかったが、同時地上観測を行ったことでロケットの爆風圧を観測することに成功した。最も爆心に近く精度の高いセンサーによる計測結果を図2に示す。射点から50 m地点にて観測された爆風は正圧、負圧合わせて170 Pa(p-p)の圧力変化を記録した。また爆風圧はすべての観測地点で記録された。

爆風圧を観測した地点での圧力曲線を図3に示す。ロケット打ち上げ時の事例［1］に比べて音圧の減衰は比較的緩やかであり、低周波の特性が影響していることが分かる。

観測した爆風圧を単位面積当たりのエネルギーにして空間の全面積から今回の爆発のエネルギーを推定する。音の強さ$I_{(t)}$ [W/m^2] は単位時間に単位面積を通過するエネルギー量であり以下の式で表す。ここで$P_{(t)}$ は音圧、ρ は空気密度、c は音速を表す。また$P_{(t)}$=P$_0$sinωt と仮定し計算を行った。
$I_{(t)} = P^2_{(t)}/\rho c$ [W/m^2]
次に爆風観測地点と爆心距離から空間の表面積S [m^2] を求め1波長の時間t [s] と音の強さIt から音のエネル

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ギーE [J] を以下の式で表す。

$E = 4\pi r^2 \int I_{(t)}\, dt$ [J]

上式から減衰の影響をあまり受けていない50 m地点でのエネルギーがTNT換算にして0.0084 kg程度と得られ、爆発の規模はビデオ映像からの想像に比べて小さかったことがわかる。

今後は貴重な爆風圧データを用いて数値解析を行うことでより定量的なデータを算出したい。また、2019年打ち上げ予定のMOMO3実験に向けて準備する。

参考文献

[1] 木原大城, S-310-41号ロケット搭載PDIの開発と中層・高層大気中における音波伝搬特性の直接計測, 平成25年度高知工科大学 卒業研究報告,2013.

キーワード：爆風圧、直接計測、インフラサウンド
Keywords: Blast pressure, Direct measurement, infrasonic

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

極域における超低周波音とオーロラ活動との関係性の事例調査
A case study on relationship with infrasonic wave and auroral activity in the polar region

*大畑 遥[1]、山本 真行[1]
*Ohata Haruka[1], Masa-yuki Yamamoto[1]

1. 高知県公立大学法人高知工科大学
1. KOCHI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

南極の昭和基地とその周辺に設置されたインフラサウンドセンサならびに昭和基地に設置された全天カメラから得られたデータから，オーロラ活動とインフラサウンドの比較解析を行った．

超高層大気中でオーロラから音が発生した場合，様々な周波数領域の中で減衰しにくい超低周波音（インフラサウンド）が地上まで到達する可能性が高いと考えられる．よってオーロラ帯に位置している昭和基地（69°0' 22" S，39°35' 24" E）および周辺地域に設置してあるインフラサウンドセンサを用いることで，オーロラから発生するインフラサウンドを観測できる可能性がある．本研究では，オーロラから発生しているインフラサウンドの特定を目的に，昭和基地で観測されるインフラサウンドと上空のオーロラ活動との関係性について，事例調査を行った．

大規模なオーロラ活動が観測されかつ風速が5 m/s以下の条件を満たす計3例のデータを抽出し，そのうち周波数0.1 Hz以下が観測可能なインフラサウンドセンサのデータを使用した．結果として上記の条件を満たす，2016年6月10日～11日について昭和基地の可視光全天カメラデータとスカーレンのインフラサウンドセンサのデータの比較解析を行った．比較解析にあたり，全天カメラ画像については画像の変化率を導出するプログラムを作成・使用し，インフラサウンドデータは特定の周波数について検証を行うため，winデータをcsv形式に変換し，幾つかのバンドパスフィルタを適用した．

2016年6月10日～11日にかけてインフラサウンドセンサから得られたデータから，0:02付近に特徴的なインフラサウンドの波形を確認することが出来た．また，全天カメラでは6月10日23:50頃に静的なオーロラから動的なオーロラに変化している．オーロラが発生している高度100 kmから地上にインフラサウンドが到達するまではおよそ5分であり[1]，また文献によりオーロラから発生していると指摘されているインフラサウンドの波長は0.01～0.1Hzである[2]．観測データがある2016年6月10日に発生したオーロラ爆発（ブレイク・アップ）時に，インフラサウンドの大きな振幅変化が0.02 Hz付近で見られたことから，このインフラサウンドがオーロラから発生した可能性がある．本発表では，オーロラが静的な状態から動的な状態に変化したときに周波数0.01 Hz～0.03 Hzの帯域でオーロラからインフラサウンドが発生した可能性について議論を行う．

参考文献

[1] CHARLES R. WILSON，Auroral Infrasonic Waves，journal of geophysical research，space physics，74，pp. 1812-1836，1969.
[2] CHARLES R. WILSON，Infrasonic wave generation by aurora，Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics，37，pp. 973 –988，1975.

キーワード：オーロラ、インフラサウンド、極域
Keywords: aurora, Infrasonic wave, polar region

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

複数種類インフラサウンドセンサを用いた同時観測のためのデータ運用基盤の開発

Development of a data-handling platform for simultaneous observation using multiple-type infrasound sensors

*井上 祐一郎[1]、山本 真行[1]
*Yuichiro Inoue[1], Masa-yuki Yamamoto[1]

1. 高知県公立大学法人高知工科大学
1. Kochi University of Technology

周波数20 Hz以下の低周波域の微気圧波であるインフラサウンドは，空気中を伝搬する際の減衰を受けにくく長距離伝搬しやすい特性がある．高知工科大学宇宙地球探査システム研究室は企業との共同開発により低コストかつ高性能なインフラサウンドセンサの製品化に成功した．

センサ間の保存形式の違いを埋めるインフラサウンド専用の新データ形式の提案，既存のデータ形式から新データ形式への変換ソフトウェアの開発，2種類のインフラサウンドセンサの準リアルタイム同時グラフ描画を行うWebサイトの作成を目的とし，それぞれの開発を行った．

提案する形式名は「infs」とし，ヘッダブロックに解析には必要となる情報を256 byteで保存，以降の連続する21 byteのデータブロックに観測データを順次保存する．筆者らは既存のデータ形式であるWIN形式からinfs形式に変換するソフトウェアをGo言語で開発した．

作成したWebサイトは遠隔地2カ所に設置した2種類のインフラサウンドセンサから送信される観測データを研究室サーバに保存，保存したデータをWebブラウザで表示可能な出力形式に変換し，クライアントのWebブラウザでグラフ描画するものである．

提案する新データ形式については今後研究室内での利用が決まっている．また，プログラム情報交換用サイトGitHub上にinfsに関するリポジトリ作成を行い研究室外での利用も視野に入れている．Webサイトを作成するにあたり開発したサーバサイドプログラムではこれまで約14分毎に収集していた観測データを約13秒毎で収集管理を行うほか，収集した観測データから5段階の簡易アラートレベルを決定する機能を搭載した．

本研究ではインフラサウンドのための新データ形式の提案，WIN形式からの変換ソフトウェアの開発，ならびにインフラサウンドの準リアルタイムグラフ描画Webページの作成を行い，動作を確認した．

キーワード：インフラサウンド、データ運用
Keywords: Infrasound, Data handling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

[J] ポスター発表 | セッション記号 M (領域外・複数領域)：M-TT 計測技術・研究手法

2019年5月30日(木) 17:15 ~ 18:30 | ポスター会場 幕張メッセ国際展示場 8ホール_46

[M-TT49] インフラサウンド及び関連波動が繋ぐ多圏融合地球物理学の新描像

コンビーナ:山本 真行(高知工科大学　システム工学群)、市原 美恵(東京大学地震研究所)、新井 伸夫(名古屋大学減災連携研究センター)

インフラサウンドおよび音波、大気重力波等の関連波動は、大気中を長距離ならびに上下伝搬できる波として近年着目されている。これら大気波動は、大気‐地表面・海水面カップリング過程を経て、地殻・海洋における弾性波的波動と繋がる一方、超高層大気までの各圏を繋ぎ熱圏大気中での波動現象を励起する役割も果たしている。さらに地球全域では、極域、中緯度、赤道域等の違いや、雪氷域、砂漠域、熱帯雨林、山岳域、海洋域等の状況に応じ地球表層で励起される波動は、それぞれ異なる特徴を有すだけでなく、これら波動は、火山噴火、津波、雷活動等の大規模地球物理現象や、人工的な爆発等により、イベント的にも励起され、遠方まで伝搬されうる。本セッションでは、インフラサウンド及びその関連波動を鍵に、下層・中層大気、気象、火山・地震・津波、雪氷、超高層大気・電離圏まで、多くの圏に分かれ議論されてきた物理学を繋ぎ、多圏融合的な地球物理学として議論することで、多圏に分かれ詳細に研究されてきた惑星地球の描像に新たな視点を持ち込み、地球物理学の新展開を拓くきかけを作りたい。既存セッションに収まらなかった広範な分野からの投稿を期待したい。

[MTT49-P01] 2018/12/22アナク・クラカタウの活動についてCTBT微気圧振動監視施設(I06AU)で観測された微気圧振動波形

*岩國 真紀子[1]、新井 伸夫[2]、乙津 孝之[1]、本橋 昌志[1]、藤井 孝成[1]、野上 麻美[1]、村山 貴彦[1]、大井 拓磨[3] (1.一般財団法人　日本気象協会、2.名古屋大学減災連携研究センター、3.東邦マーカンタイル株式会社)

[MTT49-P02] 『平成30年北海道胆振東部地震』によって発生したインフラサウンドを検知した2点のCTBTO観測点から推測される発生場所の特定化の試み

*野上 麻美[1]、乙津 孝之[1]、村山 貴彦[1]、本橋 昌志[1]、岩國 真紀子[1] (1.一般財団法人　日本気象協会)

[MTT49-P03] 大気中での爆風圧の定量評価及び低周波音/可聴音伝搬特性の直接計測

*安河内 祐輔[1]、山本 真行[1]、齊藤 大晶[1] (1.高知工科大学大学院)

[MTT49-P04] 極域における超低周波音とオーロラ活動との関係性の事例調査

*大畑 遥[1]、山本 真行[1] (1.高知県公立大学法人高知工科大学)

[MTT49-P05] 複数種類インフラサウンドセンサを用いた同時観測のためのデータ運用基盤の開発

*井上 祐一郎[1]、山本 真行[1] (1.高知県公立大学法人高知工科大学)

2018/12/22アナク・クラカタウの活動についてCTBT微気圧振動監視施設(I06AU)で観測された微気圧振動波形
Infrasound signals in Cocos Islands (I06AU) associated with eruption or volcanic body collapse of the Anak Krakatau Volcano or tsunami

*岩國 真紀子[1]、新井 伸夫[2]、乙津 孝之[1]、本橋 昌志[1]、藤井 孝成[1]、野上 麻美[1]、村山 貴彦[1]、大井 拓磨[3]
*Makiko Iwakuni[1], Nobuo Arai[2], Takayuki Otsu[1], Masashi Motohashi[1], Takanari Fujii[1], Mami Nogami[1], Takahiko Murayama[1], Takuma Oi[3]

1. 一般財団法人　日本気象協会、2. 名古屋大学減災連携研究センター、3. 東邦マーカンタイル株式会社
1. Japan Weather Association, 2. Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University, 3. Toho Mercantile co., Ltd.

Severe tsunami occurred on December 22, 2018, and it was clarified by SAR analysis of GSI (Geospatial Information Authority of Japan) or visual observation by PVMBG (Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Indonesia) that southwest area of The Anak Krakatau collapsed. The infrasound array of the Cocos Islands (CTBTO IMS Infrasound Network: I06AU) locate about 1160 km southwest of The Anak Krakatau Volcano. Travel time of infrasound waves is estimated approximately 58 minutes. I06AU started to detect infrasound signals which came from the direction of The Anak Krakatau Volcano and recorded some remarkable infrasound wave-trains at 15:01:20-15:02:00UTC.

キーワード：微気圧振動波形、火山
Keywords: Infrasound, Volcano

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

『平成30年北海道胆振東部地震』によって発生したインフラサウンドを検知した2点のCTBTO観測点から推測される発生場所の特定化の試み
A try of origin identification estimated from 2 CTBTO stations detected infrasound signals excited by “The 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake”

*野上 麻美[1]、乙津 孝之[1]、村山 貴彦[1]、本橋 昌志[1]、岩國 真紀子[1]
*Mami Nogami[1], Takayuki Otsu[1], Takahiko Murayama[1], Masashi Motohashi[1], Makiko Iwakuni[1]

1. 一般財団法人　日本気象協会
1. Japan Weather Association

2018年9月6日午前3時7分(日本時間)、震度7を記録する大地震が北海道胆振東部で発生した。北海道全土で大きな揺れを観測し、震源近傍では山岳地帯で大規模な土砂崩れが起こった。

この地震によって地震波の振幅が大きかった地域からインフラサウンドが発生し、CTBTOの観測点であるI45RUとI30JPにおいて紡錘形の波群が検知された。いずれも波群の継続時間は15分から20分間と長く、アレイ解析によって解析された到来方向は一定ではなかった。

I45RUとI30JPにおいて検知されたシグナルの到来方向は大局的には震源方向を指しているが、短い時間間隔での到来方向は一定ではなく、ばらつきが見られる。解析の誤差も考慮しつつ、このばらつきは、地震波が伝播していく中で、北海道の各地域を大きく揺さぶって励起したインフラサウンドそれぞれを示しているのではないかと思われる。よってこの2点による到来方向を使った交点探査法での音源特定を試みた。

キーワード：インフラサウンド、音源特定、地震
Keywords: Infrasound, Origin identification, Earthquake

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

大気中での爆風圧の定量評価及び低周波音/可聴音伝搬特性の直接計測
Quantitative evaluation of blast pressure in the atmosphere and direct measurement of infrasonic/acoustic wave propagation characteristics

*安河内 祐輔[1]、山本 真行[1]、齊藤 大晶[1]
*Yusuke Yasukochi[1], Masa-yuki Yamamoto[1], Hiroaki Saito[1]

1. 高知工科大学大学院
1. Kochi University of Technology

宇宙産業は各国の国家戦略として成長してきた。近年では、主に欧米の民間企業がロケット産業へ進出する際に国として支援することで宇宙産業は急速な成長を遂げている。
しかし、未だに地球近傍の宇宙空間の環境には謎が多く、例えば音波による振動が超高層大気を揺らし衛星運用などに影響を及ぼすことがある。このため、地球超高層大気の研究はますます重要になっている。本研究では音波伝搬特性を求めるとともに、音波伝搬路の大気モデルとの比較、検証を行う。また、ロケットの安全対策は必須であり民間ロケットでも重要な課題である。ロケットの爆発は、発生元の装置だけでなく、破片の飛散と爆風による破壊により周辺に影響や被害を及ぼす。

地上に設置した音波センサーの値からは、爆発によるエネルギーを算出し、爆心からの距離に対する爆風の影響を評価できる。予定外のロケットの爆発により得られたデータを用いて爆風の音波伝搬路を検証し、数値解析を用いて爆風の減衰計算を行い、爆風伝搬を求めることを目的とする。

MOMO3ロケット実験が2019年に行われる予定であり、成功裏に行われれば花火打ち揚げやロケット打ち上げ時の可聴音およびインフラサウンドを音源とし、地上観測とロケット搭載機器による直接計測データとの比較から中層～超高層大気における音波伝搬特性を求めるとともに、音波伝搬路の大気モデルとの比較、検証を行う。

北海道大樹町で行われたMOMO2ロケット実験のために複数のセンサーを地上多地点に設置した。地上観測に用いたセンサーはNano logger、SAYA製インフラサウンドセンサーおよびコンデンサマイク、ICレコーダ、カメラであり、射点を囲むように50 mから4 kmの範囲の計9地点に配置した。ロケット搭載用コンデンサマイクの同型品も600 m地点に設置した。図に各観測地点の位置関係を示す。

インタステラテクノロジズ(IST)2018年6月30日5時30分にMOMO2ロケットを打ち上げたがエンジントラブルにより推力を維持できず墜落し、打ち上げ実験は失敗した。ロケット側の理由により本来の目的は達成できなかったが、同時地上観測を行ったことでロケットの爆風圧を観測することに成功した。最も爆心に近く精度の高いセンサーによる計測結果を図2に示す。射点から50 m地点にて観測された爆風は正圧、負圧合わせて170 Pa(p-p)の圧力変化を記録した。また爆風圧はすべての観測地点で記録された。

爆風圧を観測した地点での圧力曲線を図3に示す。ロケット打ち上げ時の事例［1］に比べて音圧の減衰は比較的緩やかであり、低周波の特性が影響していることが分かる。

観測した爆風圧を単位面積当たりのエネルギーにして空間の全面積から今回の爆発のエネルギーを推定する。音の強さ$I_{(t)}$ [W/m^2] は単位時間に単位面積を通過するエネルギー量であり以下の式で表す。ここで$P_{(t)}$ は音圧、ρ は空気密度、c は音速を表す。また$P_{(t)}$=P$_0$sinωt と仮定し計算を行った。
$I_{(t)} = P^2_{(t)}/\rho c$ [W/m^2]
次に爆風観測地点と爆心距離から空間の表面積S [m^2] を求め1波長の時間t [s] と音の強さIt から音のエネル

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

ギーE [J] を以下の式で表す。

$E = 4\pi r^2 \int I_{(t)}\, dt$ [J]

上式から減衰の影響をあまり受けていない50 m地点でのエネルギーがTNT換算にして0.0084 kg程度と得られ、爆発の規模はビデオ映像からの想像に比べて小さかったことがわかる。

今後は貴重な爆風圧データを用いて数値解析を行うことでより定量的なデータを算出したい。また、2019年打ち上げ予定のMOMO3実験に向けて準備する。

参考文献

[1] 木原大城, S-310-41号ロケット搭載PDIの開発と中層・高層大気中における音波伝搬特性の直接計測, 平成25年度高知工科大学 卒業研究報告,2013.

キーワード：爆風圧、直接計測、インフラサウンド
Keywords: Blast pressure, Direct measurement, infrasonic

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

極域における超低周波音とオーロラ活動との関係性の事例調査
A case study on relationship with infrasonic wave and auroral activity in the polar region

*大畑 遥[1]、山本 真行[1]
*Ohata Haruka[1], Masa-yuki Yamamoto[1]

1. 高知県公立大学法人高知工科大学
1. KOCHI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

南極の昭和基地とその周辺に設置されたインフラサウンドセンサならびに昭和基地に設置された全天カメラから得られたデータから，オーロラ活動とインフラサウンドの比較解析を行った．

超高層大気中でオーロラから音が発生した場合，様々な周波数領域の中で減衰しにくい超低周波音（インフラサウンド）が地上まで到達する可能性が高いと考えられる．よってオーロラ帯に位置している昭和基地（69°0' 22" S，39°35' 24" E）および周辺地域に設置してあるインフラサウンドセンサを用いることで，オーロラから発生するインフラサウンドを観測できる可能性がある．本研究では，オーロラから発生しているインフラサウンドの特定を目的に，昭和基地で観測されるインフラサウンドと上空のオーロラ活動との関係性について，事例調査を行った．

大規模なオーロラ活動が観測されかつ風速が5 m/s以下の条件を満たす計3例のデータを抽出し，そのうち周波数0.1 Hz以下が観測可能なインフラサウンドセンサのデータを使用した．結果として上記の条件を満たす，2016年6月10日～11日について昭和基地の可視光全天カメラデータとスカーレンのインフラサウンドセンサのデータの比較解析を行った．比較解析にあたり，全天カメラ画像については画像の変化率を導出するプログラムを作成・使用し，インフラサウンドデータは特定の周波数について検証を行うため，winデータをcsv形式に変換し，幾つかのバンドパスフィルタを適用した．

2016年6月10日～11日にかけてインフラサウンドセンサから得られたデータから，0:02付近に特徴的なインフラサウンドの波形を確認することが出来た．また，全天カメラでは6月10日23:50頃に静的なオーロラから動的なオーロラに変化している．オーロラが発生している高度100 kmから地上にインフラサウンドが到達するまではおよそ5分であり[1]，また文献によりオーロラから発生していると指摘されているインフラサウンドの波長は0.01～0.1Hzである[2]．観測データがある2016年6月10日に発生したオーロラ爆発（ブレイク・アップ）時に，インフラサウンドの大きな振幅変化が0.02 Hz付近で見られたことから，このインフラサウンドがオーロラから発生した可能性がある．本発表では，オーロラが静的な状態から動的な状態に変化したときに周波数0.01 Hz～0.03 Hzの帯域でオーロラからインフラサウンドが発生した可能性について議論を行う．

参考文献

[1] CHARLES R. WILSON，Auroral Infrasonic Waves，journal of geophysical research，space physics，74，pp. 1812-1836，1969.
[2] CHARLES R. WILSON，Infrasonic wave generation by aurora，Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics，37，pp. 973 –988，1975.

キーワード：オーロラ、インフラサウンド、極域
Keywords: aurora, Infrasonic wave, polar region

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.

複数種類インフラサウンドセンサを用いた同時観測のためのデータ運用基盤の開発

Development of a data-handling platform for simultaneous observation using multiple-type infrasound sensors

*井上 祐一郎[1]、山本 真行[1]
*Yuichiro Inoue[1], Masa-yuki Yamamoto[1]

1. 高知県公立大学法人高知工科大学
1. Kochi University of Technology

周波数20 Hz以下の低周波域の微気圧波であるインフラサウンドは，空気中を伝搬する際の減衰を受けにくく長距離伝搬しやすい特性がある．高知工科大学宇宙地球探査システム研究室は企業との共同開発により低コストかつ高性能なインフラサウンドセンサの製品化に成功した．

センサ間の保存形式の違いを埋めるインフラサウンド専用の新データ形式の提案，既存のデータ形式から新データ形式への変換ソフトウェアの開発，2種類のインフラサウンドセンサの準リアルタイム同時グラフ描画を行うWebサイトの作成を目的とし，それぞれの開発を行った．

提案する形式名は「infs」とし，ヘッダブロックに解析には必要となる情報を256 byteで保存，以降の連続する21 byteのデータブロックに観測データを順次保存する．筆者らは既存のデータ形式であるWIN形式からinfs形式に変換するソフトウェアをGo言語で開発した．

作成したWebサイトは遠隔地2カ所に設置した2種類のインフラサウンドセンサから送信される観測データを研究室サーバに保存，保存したデータをWebブラウザで表示可能な出力形式に変換し，クライアントのWebブラウザでグラフ描画するものである．

提案する新データ形式については今後研究室内での利用が決まっている．また，プログラム情報交換用サイトGitHub上にinfsに関するリポジトリ作成を行い研究室外での利用も視野に入れている．Webサイトを作成するにあたり開発したサーバサイドプログラムではこれまで約14分毎に収集していた観測データを約13秒毎で収集管理を行うほか，収集した観測データから5段階の簡易アラートレベルを決定する機能を搭載した．

本研究ではインフラサウンドのための新データ形式の提案，WIN形式からの変換ソフトウェアの開発，ならびにインフラサウンドの準リアルタイムグラフ描画Webページの作成を行い，動作を確認した．

キーワード：インフラサウンド、データ運用
Keywords: Infrasound, Data handling

©2019. Japan Geoscience Union. All Right Reserved.